Lehrbuch

der

unorganischen Chemie

für Schulen.

Holzschnitte
aus dem xylographischen Atelier
von Friedrich Vieweg und Sohn
in Braunschweig.

Papier
aus der mechanischen Papier-Fabrik
der Gebrüder Vieweg zu Wendhausen
bei Braunschweig.

Lehrbuch

der

unorganischen Chemie

für Schulen

von

Dr. Adolph Andriessen,

Oberlehrer an der höhern Bürgerschule zu Rheydt.

Mit 109 in den Text eingedruckten Holzschnitten.

Braunschweig,

Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1860.

Vorrede.

Vorliegendes Lehrbuch ist das Product jahrelanger Lehrerthätigkeit.

Als Schulbuch soll es dem Lehrer einen Lehrstoff bieten, der sich mehr dem wissenschaftlichen Unterrichte in der Physik, wie derselbe in höheren Schulen gelehrt wird, anschließt, als es Stöckhardt in seiner trefflichen »Schule der Chemie« zu beabsichtigen scheint. Es enthält, dem Gebiete der Schule angemessen, in ziemlicher Vollständigkeit Alles, was die Chemie von den Metalloïden und den Metallen weiß, jedoch das am ausführlichsten behandelt und durch genau beschriebene Versuche erläutert, was besonders geeignet erscheint, zum Verständniß der wesentlichen und wichtigsten Eigenschaften der Körper hinzuleiten, oder in praktischer Hinsicht besonders hervorzuheben ist, oder endlich dem Unterrichte am leichtesten sich darbietet.

Dem Schüler soll es eine möglichst vollständige Uebersicht gewähren über das Gebiet der anorganischen Chemie, ihn befähigen, durch selbstständige Versuche das in den Lehrstunden Beobachtete und Gehörte zu wiederholen, und durch eigene Beobachtungen zu befestigen und zu bereichern.

Die beigegebenen stöchiometrischen Berechnungen, von den Schülern theils in den Stunden mit Hülfe des Lehrers, theils zu Hause zu lösen, bringen rasch und ohne besondere Schwierigkeiten, wie ich oft Gelegenheit zu bemerken hatte, die bestimmte Gesetzmäßigkeit der chemischen Verbindungen zum Bewußtsein, und führen leicht in die Zeichensprache der Chemie ein; zu demselben Zwecke habe ich zahlreiche Schemata über die in den Versuchen vorkommenden Zersetzungen gegeben, sowie im Texte soviel thunlich die Bezeichnung durch Zeichen angewandt.

Bei den Schwermetallen habe ich die Schemata mit Formeln vertauscht, um die Schüler auch in dieser Anschauungsweise zu üben.

Zur Selbstbeschäftigung und Wiederholung habe ich Fragen, Aufgaben und Themata zu schriftlicher Bearbeitung angeschlossen, der Erfahrung Rechnung tragend, daß das schriftlich Niedergelegte sich besser dem Gedächtnisse einprägt. Manche dieser Fragen bedürfen nur einer mündlichen Beantwortung, und mag es dem Lehrer überlassen bleiben, je nach dem Standpunkte und dem Bedürfnisse seiner Schüler die Fragen zu schriftlicher oder mündlicher Beantwortung auszuwählen. Bei der Abtheilung des Buches, welche die Metalle umfaßt, sind diese Fragen und Aufgaben eingehender und umfassender, und setzen bei den Schülern mit Recht größere Uebung und tieferes Wissen voraus; wie überhaupt aus diesem Grunde in diesem Theile eine mehr wissenschaftliche Behandlung in den Vordergrund tritt.

Nach dem Vorgange Stöckhardt's sind die angegebenen Versuche meist mit geringen Mitteln anzustellen, doch habe ich dieselben nicht auf die geringsten beschränkt, indem ich aus Erfahrung weiß, daß es dem praktischen Lehrer der Naturwissenschaften nicht gar zu schwer wird, namentlich Mittel zum Unterrichte in der Chemie zu beschaffen.

In einem Anhange zur ersten Abtheilung habe ich die, zum zweckmäßigen Studium der Chemie, sowie zum Unterrichte nothwendigen, oft nur wünschenswerthen Geräthe und Apparate beschrieben und ihren Gebrauch kurz erläutert.

Eine nicht ungünstige Aufnahme vorliegenden Lehrbuches würde für mich eine ermuthigende Aufforderung sein, später die organische Chemie auf gleiche Weise für Schulen zu bearbeiten.

Und so gebe ich denn dies Buch, das meine Ideen über einen fruchtbringenden Unterricht in der Chemie verkörpert enthält, hinaus mit dem Wunsche, daß es einen Beweis meines Strebens abgeben möge, etwas dazu beizutragen, die Chemie als Bildungsmittel dem hervorragenden Standpunkte zuzuführen, welcher derselben gebührt.

Rheydt, im October 1859.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichniß.

Metalloïde.

Seite

Sauerstoff 1

Entwickelung des O aus Quecksilberoxyd 1. Elemente 2. Chemische Bestandtheile; Eigenschaften; specif. Gewicht; Affinität; Bezeichnung 3. Verbrennungen und Oxydationen 4. Oxydationsstufen 5. Verbrennungen und Oxydationen 6. Benennung der Säuren; Radical; Arten der Oxyde; Salze 8. Arten der Salze; O aus chlorsaurem Kali 9; aus chromsaurem Kali und Schwefelsäure 10; aus Braunstein; aus Braunstein und Schwefelsäure 11. Glühen und Verbrennungen in der mit O angeblasenen Flamme 14. Eigenschaften des O 15. Stöchiometrische Gesetze; Atomgewicht, Aequivalente 16. Berechnungen 17.

Wasserstoff 20

Bereitung durch Kalium und Natrium 20. Durch die Volta'sche Säule; durch glühendes Eisen 21; aus Zink oder Eisen mit Schwefelsäure 22. Wasserstoff brennbar 23. Wasserbildung; chemische Harmonika; Feuermaschine; Reductionen 24. Hydrooxygen-Flamme 25. Versuche mit Knallgas 26 und 27; specif. Gewicht; Gebrauch zum Füllen der Aerostaten; Eigenschaften 27 und 28. Verbindungen: Das Wasser, Destillation desselben 28. Das Wasser als Lösungsmittel 29; Sättigung; Krystallisation 30. Eigenschaften der Krystalle. Wasserstoffsuperoxyd 31. Berechnungen 32.

Stickstoff 35

Bereitung durch Verbrennen des Phosphors 35. Eigenschaften; Bereitung durch glühendes Eisen aus der atmosphärischen Luft 36. Verbindungen: Die atmosphärische Luft 37. Eudiometrie 38. Luftdruck 39. Berechnungen 40.

Schwefel 40

Eigenschaften 40. Reinigung und Sublimation des Schwefels 41. Bereitung aus Schwefelkies 42. Krystallisation 43. Verbrennung; vollständige, unvollständige 43. Vereinigung mit Metallen 44. Schwefelungsstufen. Verbindungen mit O. — Mit Wasserstoff: Schwefelwasserstoff 45. Bereitung des Schwefelwasserstoffs; Eigenschaften desselben, specif. Gewicht 46; Absorption durch Wasser; Verbrennen des Schwefelwasserstoffs 47. Bildung von Schwefelmetallen 48. Schwefelwasserstoff als Reagenz; Entstehung in der Natur. Wasserstoffsupersulfid 50. Berechnungen 51.

Selen 51

Eigenschaften, specif. Gewicht 51. Verbindungen mit O 52.

Phosphor 52

Seite

Eigenschaften; Verhalten in der Wärme 52. Lösungsmittel; Krystallisirung 53. Leuchten; Oxydation des Phosphors; Entzündung 54. Verbrennen unter Wasser. Bereitung 55. Anwendung. Verbindungen mit O 56. Verbindung mit Wasserstoff: Phosphorwasserstoff; selbstentzündliches; Bereitung 57; aus Phosphorcalcium. Verbindungen 58.

Chlor 59

Bereitung aus Salzsäure und Braunstein; Eigenschaften 59. Chlorstufen; Haloïdsalze 60. Bereitung aus Kochsalz, Schwefelsäure und Braunstein; aus Salzsäure und doppeltchromsaurem Kali 61. Reinigung des Chlors 62. Chlorwasser; Bleichen desselben 63. Glühen und Verbrennen in Chlor, oxydirende Wirkung 65. Verbindungen mit O und Wasserstoff; mit dem Stickstoff: Chlorstickstoff; mit dem Schwefel 66; mit dem Phosphor. Berechnungen 67.

Brom 70

Bereitung 70; Eigenschaften; specif. Gewicht. Wirkung auf organische Körper. Bromstufen. Auflösungsmittel. Reaction auf Kleister 71. Verbindungen 72.

Jod 72

Bereitung 72; Bereitung aus Seegewächsen. Eigenschaften; specif. Gewicht; Auflösungsmittel. Reaction auf Stärke 73. Wirkung auf organische Körper und Metalle; Jodstufen 74. Verbindungen mit O und Wasserstoff; mit Stickstoff: Jodstickstoff, Bereitung und Eigenschaften desselben 74. Weitere Verbindungen 75.

Fluor 75

Eigenschaften und Verbindungen 75.

Kohlenstoff 76

Verkohlung im Kleinen 76. Bereitung der Holzkohlen in Meilern 79. Coaksbrennen in Meilern und Oefen 79. Verkohlung von Thierknochen. Vorkommen im Mineralreiche 80. Entfärbung durch Kohle 81; Absorptionskraft der Kohle; Unzerstörbarkeit 82 und 83. Verbindungen: leichtes Kohlenwasserstoffgas; Verbrennung; Zusammensetzung; Entwickelung in Sümpfen 84. Sicherheitslampe 85. Schweres Kohlenwasserstoffgas; Bereitung aus Alkohol und Schwefelsäure 86. Verbrennung 87. Verbindung mit Chlor: Elaylgas. Zerlegung des schweren Kohlenwasserstoffgases, Verbrennungen darin 88. Bereitung des Leuchtgases im Kleinen aus Steinkohlen 89; im Großen aus Steinkohlen; Beschreibung des Gasofens 90; des Condensators 92; des Gasometers 93; Brenner. Harzgas und Oelgas 94. Bestandtheile der Flamme 95. Löthrohrflamme 96. Löthrohr 97. Entzünden, Erlöschen 98. Verbindung mit Stickstoff: das Cyan; Bereitung des Berliner Blaus 98; des Cyanquecksilbers; des Cyans 99. Eigenschaften des Cyangases 99. Verbindungen des Cyans mit andern Metalloïden; Cyanmetalle 100. Verbindung des Kohlenstoffs mit dem Schwefel: Schwefelkohlenstoff 100; Eigenschaften. Verbindungen des Kohlenstoffs mit den andern Metalloïden 101.

Bor 101

Bereitung 101 und 102. Eigenschaften; Verbindungen 102.

Kiesel 103

Bereitung und Verbindungen 103.

Das Ozon 104

Seite

Tabellarische Uebersicht 106, 107

I. Säuren und Oxyde der Metalloïde 107

A. Säuren und Oxyde des Stickstoffs 107

1. Salpetersäure 107

Bereitung der gewöhnlichen rauchenden Salpetersäure aus Salpeter und Schwefelsäure 107; aus Chilisalpeter und Schwefelsäure 108. Die Hydrate der Salpetersäure. Reinigung derselben; fabrikmäßige Darstellung 109. Beispiele ihrer leichten Zersetzbarkeit 110. Wirkung der concentrirten und der verdünnten Säure auf Eisen; auf Silber; auf Oxyde 111. Leichte Zersetzbarkeit der salpetersauren Salze. Benutzung als Beize 112; Wirkung auf organische Körper; Schießwolle 113. Benutzung zum Aetzen. Sättigungsverhältniß 114.

2. Salpetrige Säure 115

Darstellung. Die salpetrige Salpetersäure, die rothe rauchende Salpetersäure 115.

3. Stickoxydgas 116

Bereitung; leichte Oxydirbarkeit 116; Eigenschaften 117.

4. Stickoxydul 117

Darstellung 117. Eigenschaften; Verbrennungen in demselben 118. Wirkung auf den menschlichen Körper, wenn eingeathmet. Bestimmung der Zusammensetzung aus dem specif. Gewichte der Bestandtheile 119. Berechnungen 120.

B. Säuren und Oxyde des Schwefels 121

1. Schwefelsäure 121

Bereitung aus Eisenvitriol 121; im Großen 122; Darstellung der trocknen Schwefelsäure und deren Eigenschaften 124; Entstehung der englischen Schwefelsäure 125. Darstellung im Kleinen; im Großen in den Schwefelsäurekammern 126. Hydrate der Schwefelsäure; Eigenschaften 130. Wirkung auf organische Körper 131; auf Metalle 132. Vorkommen in der Natur.

2. Schweflige Säure 133

Darstellung aus Kupfer und Schwefelsäure 133. Fabrikmäßige Darstellung aus Schwefelsäure und Holzkohlen 134. Darstellung und Eigenschaften der liquiden schwefligen Säuren; Eigenschaften des schwefligsauren Gases 135. Bleichende Kraft der schwefligen Säure 136.

3. Unterschwefelsäure 137

Darstellung und Eigenschaften 137.

4. Unterschweflige Säure 138

5. Trithionsäure 138

6. Tetrathionsäure 138

7. Pentathionsäure 138

Aufgaben 139.

C. Säuren des Selens 139

1. Selensäure 139

Darstellung und Eigenschaften 139.

Seite

2. Selenige Säure 139

Entstehung und Eigenschaften 140.

D. Säuren und Oxyd des Phosphors 140

1. Phosphorsäure 140

Bildung und Eigenschaften der wasserfreien Phosphorsäure 140. Darstellung der wasserhaltigen durch Einwirkung der Salpetersäure auf Phosphor 140; aus den Knochen mit Salpetersäure; aus den Knochen mit Schwefelsäure 141. Eigenschaften der Phosphorsäure; die drei isomerischen Phosphorsäuren 142.

2. Phosphorige Säure 143

Darstellung und Eigenschaften 143.

3. Unterphosphorige Säure 143

Darstellung und Eigenschaften 144.

4. Phosphoroxyd 144

Entstehung und Eigenschaften 144.

E. Säuren des Chlors 144

1. Ueberchlorsäure 144

Darstellung 144 und 145; Eigenschaften 145.

2. Chlorsäure 145

Bereitung und Eigenschaften 145. Detonation des chlorsauren Kalis mit Phosphor, Zucker &c. 145.

3. Chlorige Säure 146

Darstellung und Eigenschaften. Unterchlorsäure; deren Einwirkung auf brennbare Körper 146.

4. Unterchlorige Säure 147

Darstellung; Wirkung auf Metalle, brennbare und organische Körper 147.

F. Säuren des Broms 147

Die Bromsäure 147

Darstellung 147.

G. Säuren des Jod 148

1. Ueberjodsäure 148

Darstellung und Eigenschaften 148.

2. Jodsäure 148

Darstellung und Eigenschaften 148.

H. Säuren und Oxyd des Kohlenstoffs 148

1. Kohlensäure 148

Entwickelung 149. — Schwere des Gases 149. Diffusion der Gase. Zerlegung durch Kalium; Absorption durch Aetzkalk 150; Absorption durch Wasser; Liebig'scher Gaskrug 151; Eigenschaften des kohlensauren Wassers; Säuerlinge; künstliche Sauerwasser; moussirende Getränke 152. Vorkommen in der Natur; Entstehung durch Gährung, durch Verwesung &c. Tödliche Wirkung der Kohlensäure 153. Condensation der Kohlensäure 154; Eigenschaften der liquiden und festen Kohlensäure 156.

Seite

2. Oxalsäure 156

Bereitung aus Zucker und Salpetersäure; aus Kleesalz 156. Eigenschaften 157. Reaction auf Kalkwasser, auf Eisensalze 158.

3. Kohlenoxydgas 158

Entwickelung aus Oxalsäure und Schwefelsäure 158; aus Blutlaugensalz und Schwefelsäure. Zerlegung; Verbrennung 159. Giftige Wirkung auf den thierischen Körper 160.

Säuren des Cyans 160

Cyansäure 160

Darstellung des cyansauren Kalis; Umsetzung desselben zu Harnstoff 161; zu Cyanursäure; zu Cyansäure; Eigenschaften und Umsetzung zu unlöslicher Cyanursäure 162.

I. Säuren des Bors 162

1. Borsäure 162

Bereitung; Eigenschaften; Verbrennung in Alkohol; Verflüchtigung in Wasserdämpfen; Gewinnung aus den Suffionen Toscanas 163.

K. Säuren des Kiesels 164

1. Kieselsäure 164

Vorkommen im Mineralreiche; Darstellung aus Quarz; unlösliche Kieselsäure 164; lösliche Kieselsäure und deren Vorkommen in heißen Quellen; Vorkommen im Pflanzen- und Thierreiche 165.

Uebersicht der Sauerstoffverbindungen der Metalloïde 166

II. **Wasserstoffsäuren** 166

Salzsäure 166

Entwickelung des Gases 166; Absorption durch Wasser 167. Wirkung auf Oxyde, Chlormetalle 168. Explosion mit Wasserstoff im Sonnenlichte; Detonation dieses Gemenges durch Blattgold. Darstellung der Salzsäure 169; Bereitung im Großen. Wirkung auf Metalle und Metalloxyde 170; Wirkung auf Metalloxydlösungen; Darstellung von Haloïdsalzen 171. Wirkung auf organische Stoffe. Vorkommen in der Natur. Anwendung 172.

Königswasser 172

Bereitung. Wirkung auf Gold und Platin; auf Metalle überhaupt 172.

Bromwasserstoffsäure 173

Darstellung, Eigenschaften 173.

Jodwasserstoffsäure 173

Darstellung des Gases; der wässerigen Säure 174.

Fluorwasserstoffsäure 174

Aetzen in Glas 174. Darstellung 175. Eigenschaften; Wirkung auf Glas und Metalle 176.

Kieselfluorwasserstoffsäure 176

Entwickelung. Darstellung des Siliciums 176. Zersetzung durch Wasser 177.

Blausäure 178

Entwickelung des Geruchs nach Blausäure aus Cyanquecksilber und Salzsäure; Darstellung der concentrirten Säure; Eigenschaften 178. Darstellung der wässerigen Säure; Eigenschaften und Zerlegung. Vorkommen 179.

Seite

Rhodanwasserstoffsäure 179

Bildung des Rhodankaliums. Entwickelung aus Rhodankalium 179; andere Darstellung; — Eigenschaften; Reaction auf Eisenoxydsalze. Die Xanthanwasserstoffsäure 180.

Anhang 182

Der Glasbläsertisch 182. Die Aeolipile 184. Bearbeitung des Glases vor der Lampe 185. Durchbohren des Korks; pneumatische Wanne; Spirituslampen 186. Sprengkohlen; Oefen 188. Trichter 189. Filter, Filtriren, Träger 190. Abdampfschalen, Abdampfen 191. Gasometer 192.

Metalle.

Kalium 193

Eigenschaften 194; Darstellung; Verbindungen mit O: Kaliumsuperoxyd; Kali, Kalihydrat 194; Darstellung des Kalihydrats und der Kalilauge 195; Eigenschaften des Kalihydrats und technische Anwendung; Reinigung 196. Verbindungen mit Schwefel: Einfach-Schwefelkalium; Fünffach-Schwefelkalium; Schwefelleber 197. Pyrophor. Kaliumsulfhydrat. Verbindungen mit Halogenen: Chlorkalium, Jodkalium 198; Brom- und Cyankalium 199. Sauerstoffsalze: kohlensaures Kali; Darstellung der Pottasche; Reinigung 200; reines kohlensaures Kali; seine Eigenschaften. Anwendung der Pottasche 201. Alkalimetrie. Schwefelsaures Kali. Salpetersaures Kali, Salpeter 202; Bildung desselben 204; Eigenschaften 204; Schießpulver und seine Fabrikation 205. Unterchlorigsaures Kali; chlorsaures Kali 207. Feuerwerkssätze 209. Jodsaures, cyansaures, kieselsaures Kali 210; oxalsaures Kali 211. Reactionen 211.

Natrium 212

Eigenschaften; Verbindungen mit O: Natriumsuperoxyd 212; Natron, Aetznatron. Verbindungen mit den Halogenen: Kochsalz 213; Eigenschaften und Gewinnung als Steinsalz, aus Salzsoolen 214; Gradirung der Soolen 215; Gewinnung aus dem Meerwasser; Anwendung 216. Sauerstoffsalze: schwefelsaures Natron, Glaubersalz 217. Darstellung 218. Schwefligsaures, unterschwefligsaures, kohlensaures Natron 219. Sodafabrikation 220. Zweifachkohlensaures Natron. Salpetersaures Natron 222. Phosphorsaures Natron. Borax; Bereitung desselben und Anwendung 223. Kieselsaures Natron; Glas; Arten desselben; Glasfabrikation; Glasschmelzofen 226; Hohlglas 228; Fensterglas 229; Spiegelglas; Krystallglas; gefärbtes Glas 230; Email, Beinglas 231. Reactionen 231.

Lithium 232

Ammon 232

Darstellung durch die galvanische Säule 232. Ammoniak 233; Aetzammoniak 234. Eigenschaften 235. Verbindungen mit Schwefel: Schwefelammonium; Verbindungen mit Halogenen: Salmiak 236; Gewinnung 237. Eigenschaften. Sauerstoffsalze: kohlensaures Ammoniumoxyd 238, Hirschhornsalz. Schwefelsaures, salpetersaures, salpetrigsaures Ammoniumoxyd 239. Phosphorsalz. Oxalsaures Ammoniumoxyd 240. Amide. Reactionen 241.

Barium 242

Darstellung und Eigenschaften 242. Verbindungen mit O: Baryt; Darstellung desselben; Barythydrat 243. Bariumsuperoxyd. Verbindungen mit Schwefel: Schwefelbarium; Verbindungen mit Halogenen: Chlorbarium 244. — Schwerspath; salpetersaurer, kohlensaurer, chlorsaurer Baryt 245. Reactionen 246.

Seite

Strontium 246

Verbindungen mit O: Strontian 246; Verbindungen mit Halogenen: Chlorstrontium; Sauerstoffsalze: schwefelsaurer, salpetersaurer, kohlensaurer Strontian. Reactionen 247.

Calcium 247

Verbindungen mit O: Calciumsuperoxyd 247. Kalk; Eigenschaften 248. Kalkbrennen 249. Mörtel 250. Verbindungen mit Schwefel: Schwefelcalcium; Kalkschwefelleber 251. Verbindungen mit Halogenen: Chlorcalcium 252, Fluorcalcium. Sauerstoffsalze: kohlensaurer Kalk, Kalkspath, Kreide, lithographische Steine; schwefelsaurer Kalk 254. Gypsbrennen; phosphorsaurer Kalk 255. Chlorkalk 256; Prüfung des Chlorkalks 257 und 258. Reactionen 258.

Magnesium 259

Darstellung und Eigenschaften des Metalls 259. Verbindungen mit O: Magnesia. Verbindungen mit Schwefel: Schwefelmagnesium. Verbindungen mit Chlor: Chlormagnesium 260. Sauerstoffsalze: schwefelsaure Magnesia: Bittersalz; kohlensaure Magnesia 261; phosphorsaure, kieselsaure Magnesia. Reactionen 262.

Aluminium 263

Darstellung und Eigenschaften des Metalls 264. Verbindungen mit O: Thonerde 265. Verbindungen mit Halogenen: Chloraluminium; Sauerstoffsalze: schwefelsaure Thonerde 266. Alaun 267. Eigenschaften des Kalialauns 268; Darstellung 269. Kieselsaure Thonerde. Ultramarin 270. Thonarten 271. Das Porzellan; Ausbreitung der Masse 272, Formen, Gahrbrennen 273, Porzellanofen 274; Steinzeug 275; Fayence 276; Ordinaire Thonwaaren 277. Reactionen 278.

Beryllium 278

Verbindung mit O: Beryllerde. Sauerstoffsalze: kieselsaure Beryllerde 279.

Zircon 280

Verbindungen mit O: Zirconerde. Verbindungen mit Halogenen: Chlorzirconium. Sauerstoffsalze: kieselsaure Zirconerde 280.

Nor 281

Thor 281

Verbindungen mit O: Thorerde. Verbindungen mit Halogenen: Chlorthorium; — Sauerstoffsalze 281.

Yttrium, Erbium, Terbium 282

Cerium, Lanthanium, Didymium 282

a. Tabellarische Uebersicht einiger Leichtmetalle 284

b. » » der Oxyde einiger Leichtmetalle 284

c. » » » Chlorverbindungen einiger Leichtmetalle 285

d. » » » Sauerstoffsalze einiger Leichtmetalle 285

Mangan 286

Darstellung und Eigenschaften des Metalls; Verbindungen mit O: Oxydul 286; Oxyd; Oxydoxydul; Superoxyd: Braunstein 287. Prüfung

Seite

des Braunsteins. Mangansäure 288. Uebermangansäure 289. Verbindung mit Schwefel: Schwefelmangan; Verbindungen mit Halogenen: Chlorür; Chlorid; Sauerstoffsalze: schwefelsaures Manganoxydul 290; kohlensaures Manganoxydul; schwefelsaures Manganoxyd; Reactionen 291.

Eisen 292

Arten und Eigenschaften 292. Eisenerze 293. Hohofen 294; Gebläse; Reduciren des Eisens 296. Arten und Eigenschaften des Roheisens. Gießen aus Kugelöfen 298; Eisenguß 299. — Frischen des Roheisens; Heerdfrischen 301; Puddelfrischen 302. Puddelofen 303. — Fabrikation des Schwarzblechs; des Weißblechs; des Eisendrahts 304. — Stahlfrischen; Cementstahl; Gerbstahl; Gußstahl 305. Härten und Anlassen des Stahls; damascirter Stahl. Unmittelbare Darstellung von Schmiedeeisen und Stahl aus Roheisen 306 und 307. — Verbindungen mit O: Oxydul 307; Oxyd 308; Oxydoxydul; Eisensäure 309. Verbindungen mit Schwefel: Eisensulfuret; Eisenbisulfuret, Schwefelkies 310. Verbindungen mit Halogenen: Chlorür; Chlorid 311; Cyaneisen; Eisencyanür; Blutlaugensalz 312, Fabrikation desselben und Eigenschaften 313. Eisencyanid; rothes Blutlaugensalz 314; Berliner Blau; Darstellung 315. Sauerstoffsalze: Eisenvitriol, Darstellung und Eigenschaften 316 und 317; schwefelsaures, salpetersaures Eisenoxyd; kohlensaures Eisenoxydul 318; phosphorsaures Eisenoxydul, oxalsaures Eisenoxyd. Reactionen 319.

Chrom 320

Darstellung und Eigenschaft des Chrommetalls 320. Verbindungen mit O: Oxydul; Oxyd 321; Chromsäure 322; Ueberchromsäure. Verbindungen mit Schwefel: Schwefelchrom 323. Verbindungen mit Halogenen: Chlorür, Chlorid 323; Chlorchromsäure 324. Sauerstoffsalze: schwefelsaures Chromoxyd 324; Chromalaun; chromsaures Kali 325. Reactionen 327.

Kobalt 327

Kobalterze 327. Darstellung des Metalls 328. Verbindungen mit O: Oxydul; Oxyd 328. Verbindungen mit Schwefel: Schwefelkobalt 329. Verbindungen mit Halogenen: Chlorür, Chlorid 329. Sauerstoffsalze: schwefelsaures, salpetersaures, kohlensaures Kobaltoxydul 330; oxalsaures, kieselsaures Kobaltoxydul. Reactionen 331.

Nickel 331

Nickelerze 331. Darstellung des Metalls. Argentan 332. Verbindungen mit O: Oxydul, Oxyd 333. Verbindungen mit Schwefel: Schwefelnickel. Verbindungen mit Halogenen: Chlorür 333. Sauerstoffsalze: schwefelsaures Nickeloxydul 333; salpetersaures, oxalsaures Nickeloxydul. Reactionen 334.

Zink 334

Erze 334. Darstellung in Muffeln, in Röhren, Röhrenofen 335; in Tiegeln 336. Eigenschaften des Zinks, Anwendung, Legirungen 337. Verbindung mit O: Oxyd, Zinkweiß 338. Verbindungen mit Schwefel: Schwefelzink, Zinkblende 339. Verbindungen mit Halogenen: Chlorzink, Löthwasser 339. Sauerstoffsalze: schwefelsaures, kohlensaures kieselsaures Zinkoxyd. Reactionen 340.

Cadmium 341

Darstellung und Eigenschaften 341. Verbindungen mit O: Suboxyd, Oxyd 341. Verbindung mit Schwefel: Schwefelcadmium 341. Verbindung mit Halogenen: Chlorcadmium 341. Sauerstoffsalze: schwefelsaures, salpetersaures, kohlensaures Cadmiumoxyd. Reactionen 342.

Seite

Zinn 342

Erze 342. Darstellung und Eigenschaften des Metalls; Stanniol 343. Anwendungen des Metalls zum Gießen; Verzinnen; Legirungen 344. Verbindungen mit O: Oxydul; Oxyd, Zinnsäure, isomerische Zustände derselben 345. Verbindungen mit Schwefel: Zinnsulfuret, Zinnsulfid, Musivgold 341. Verbindungen mit Halogenen: Zinnchlorür, Zinnsalz; Anwendung in der Färberei, Zinnchlorid, Zinncomposition und Pinksalz und deren Anwendung 348. Sauerstoffsalze: schwefelsaures Zinnoxydul 348; salpetersaures Zinnoxydul, chromsaures Zinnoxyd. Reactionen 349.

Titan 350

Darstellung des Metalls. Verbindungen mit O: Titansäure, Titanoxyd 350. Verbindungen mit Schwefel und Stickstoff: Schwefeltitan, Stickstofftitan. Verbindungen mit Halogenen: Titanchlorid; Fluortitan 351.

Tantal, Niob (Pelop) 352

Blei 352

Eigenschaften des Bleis 352. Erze; Gewinnung des Bleis in der Niederschlagarbeit 353; in der Röstarbeit 354. Treiben des Bleis, Treibheerd; Glätte 355. Technische Verwendung des Bleis 356. Verbindungen mit O: Suboxyd, Oxyd 356; Glätte, Superoxyd, Mennige 357. Anwendung der Mennige. Verbindung mit Schwefel: Schwefelblei; Bleiglanz. Verbindungen mit Halogenen: Chlorblei, Jodblei 358. Sauerstoffsalze: schwefelsaures Bleioxyd; kohlensaures Bleioxyd; Bleiweiß; dessen Fabrikation 359; Anwendung des Bleiweißes. Salpetersaures, borsaures Bleioxyd 360; kieselsaures, phosphorsaures, chromsaures Bleioxyd; essigsaures Bleioxyd, Bleizucker, Bleiessig; Bleibaum. — Reactionen 361.

Wismuth 362

Gewinnung 362. Eigenschaften; Legirungen. Verbindungen mit O: Oxydul; Oxyd 363; Wismuthsäure. Verbindungen mit Schwefel: Schwefelwismuth, Wismuthglanz. Verbindungen mit Halogenen: Chlorid, Wismuthbutter, Schminkweiß, Perlweiß 364. Sauerstoffsalze: salpetersaures, schwefelsaures, kohlensaures Wismuthoxyd. Reactionen 365.

Antimon 365

Erze 365. Saigerung des Schwefelantimons; Gewinnung des Metalls. Eigenschaften und Legirungen 366. Verbindungen mit O: Antimonoxyd, Antimonsäure 367; antimonsaures Antimonoxyd. Verbindung mit Wasserstoff: Antimonwasserstoff. Verbindungen mit Schwefel: Dreifach-Schwefelantimon 368. Kermes; Spießglanzleber; Spießglanzasche, Crocus; Fünffach-Schwefelantimon, Goldschwefel; Natriumsulfantimoniat 369. Verbindungen mit Halogenen: Antimonchlorür; Spießglanzbutter, Algarothpulver; Antimonchlorid 370. Sauerstoffsalze: salpetersaures, schwefelsaures Antimonoxyd; antimonsaures Kali, Natron, Bleioxyd 371. Brechweinstein. Reactionen 372.

Arsen 373

Erze; Gewinnung des Metalls; Eigenschaften desselben 373. Verbindungen mit O: arsenige Säure, weißer Arsenik, Eigenschaften 374. Arsensäure. Verbindung mit Wasserstoff: Arsenwasserstoff; Eigenschaften; Flecken auf Porzellan 375. Verbindungen mit Schwefel: Einfach-Schwefelarsen, Realgar; arseniges Sulfid; Operment; Arsensulfid 376. Verbindung mit Halogenen: Arsenchlorür 376. Sauerstoffsalze: arsenigsaures Silberoxyd; arsenigsaures Kali, arsenigsaures Kupferoxyd, Scheel'sches Grün, Schweinfurter Grün; arsensaures Kali 377. Erken-

Seite

nung des Arseniks durch Cyankalium 377; durch Höllenstein; der Marsh'sche Apparat. Verfahren, um bei Vergiftungen das Arsenik nachzuweisen 378.

Uran 379

Erze; Darstellung des Metalls 379. Verbindungen mit O: Oxydul, Oxyd 380; Oxydoxydul. Verbindungen mit Halogenen: Chlorür. Sauerstoffsalze. Reactionen 381.

Tellur 381

Erze 381. Darstellung und Eigenschaften des Metalls. Verbindungen mit O: Oxyd; Tellursäure. Verbindungen mit Wasserstoff und Schwefel: Tellurwasserstoff; telluriges Sulfid 382. Verbindungen mit Halogenen: Tellurchlorür, Tellurchlorid 383.

Wolfram 383

Erze und Gewinnung des Metalls 383. Verbindungen mit O: Wolframsäure; Wolframoxyd 383. Verbindungen mit Schwefel: Wolframsulfuret und Wolframsulfid. Verbindung mit Halogenen: Wolframchlorid 304.

Molybdän 384

Erze; Gewinnung des Metalls und Eigenschaften 384. Verbindungen mit O: Oxydul; Oxyd; Molybdänsäure. Schwefelverbindungen: zweifach und dreifach Schwefelmolybdän 385. Verbindungen mit Halogenen: Chlorür und Chlorid. Sauerstoffsalze 386.

Vanad 386

Vorkommen. Verbindungen mit O: Vanadoxydul, Vanadoxyd, Vanadsäure. Verbindungen mit Schwefel: zweifach- und dreifach Schwefelvanad 386. Verbindungen mit Halogenen: Vanadchlorür, Vanadchlorid. Sauerstoffsalze 387.

Kupfer 387

Kupfererze. Gewinnung des Metalls aus den Sauerstoffverbindungen 387; aus Schwefelverbindungen; Schwarzkupfer 388; Kupferstein; Gaarmachen desselben im Gaarofen; Hammergaarmachen; Absaigern des silberhaltigen Kupfers 389; Behandlung der Darrlinge. Das englische Verfahren 390. Eigenschaften und Anwendung des Kupfers; Cementkupfer 391. Galvanoplastik 392. Legirungen 393. Verbindungen mit O: Oxydul 394; Oxyd 395. Kupferoxydammoniak; Kupfersuperoxyd. Verbindungen mit Schwefel, Phosphor und Stickstoff; einfach Schwefelkupfer, Kupferkies, Kupferglanz, zweifach Schwefelkupfer 396, Phosphorkupfer, Stickstoffkupfer. Verbindungen mit Halogenen: Kupferchlorür; Kupferchlorid 397. Sauerstoffsalze: schwefelsaures Kupferoxyd, Blaustein; salpetersaures Kupferoxyd; kohlensaures Kupferoxyd, Kupferlasur, Malachit; arsenigsaures Kupferoxyd; essigsaures Kupferoxyd, Grünspan 399. Reactionen 400.

Quecksilber 401

Erze 401. Gewinnung des Metalls in Idria 402; in Almaden 403. Eigenschaften und Anwendung 404. Verbindungen mit O: Quecksilberoxydul, Quecksilberoxyd. Verbindungen mit Schwefel: einfach Schwefelquecksilber; zweifach Schwefelquecksilber 405; Zinnober. Stickstoffquecksilber 406. Verbindungen mit Halogenen: Quecksilberchlorür, Calomel; Quecksilberchlorid, Sublimat 407; Bromür, Bromid, Jodür, Jodid 408; Cyanid 409. Sauerstoffsalze: schwefelsaures, salpetersaures 409; knallsaures, chromsaures Quecksilberoxydul; schwefelsaures, salpetersaures, chromsaures 411; kohlensaures, knallsaures Quecksilberoxyd. Reactionen 411.

Seite

Silber 412

Vorkommen in der Natur 412. Gewinnung durch Amalgamation und Extraction aus dem silberhaltigen Kupferstein und Schwarzkupfer. Gewinnung durch das Freiberger Amalgamationsverfahren 413. Durch das amerikanische Amalgamationsverfahren. Feinbrennen. Eigenschaften des Silbers 414. Reines Silber 215. Verschiedene Arten der Versilberung 416. Legirungen. Verbindungen mit O: Oxydul 417, Oxyd, Superoxyd. Verbindungen mit Schwefel: Schwefelsilber, Silberglanz 418. Verbindungen mit Halogenen: Chlorür, Chlorid, Hornsilber, Bromsilber, Jodsilber 419. Sauerstoffsalze: schwefelsaures, unterschwefeligsaures, kohlensaures, salpetersaures Silberoxyd 420, knallsaures Silberoxyd 421, chromsaures Silberoxyd. Reactionen 422.

Gold 423

Vorkommen in der Natur, Gewinnung des Goldes aus den Erzen; aus dem goldführenden Sande; aus den Blei- und Kupfererzen; aus dem Silber durch Schwefelsäure 423. Eigenschaften 424. Goldprobe. Vergoldung 425. Verbindungen mit O: Oxydul; Oxyd, goldsaures Kali und Natron 426. Verbindungen mit Schwefel: Sulfid, Sulfür. Verbindungen mit Halogenen: Chlorür, Chlorid, Cyanür, Cyanid 427. Goldpurpur. Reactionen 428.

Platin 429

Vorkommen, Gewinnung und Eigenschaften 429. Platinmohr, Platinschwarz, Platinschwamm 430. Verplatinirung. Verbindungen mit O: Oxdul, Oxyd, Platinoxydkali, Knallplatin. Verbindungen mit Schwefel: Einfach-Schwefelplatin 431; Zweifach-Schwefelplatin. Verbindungen mit Halogenen: Chlorür; Chlorid; Kaliumplatinchlorid; Ammoniumplatinchlorid; Kaliumplatinchlorür. Sauerstoffsalze: oxalsaures Platinoxydul; schwefelsaures, salpetersaures Platinoxyd 432. Reactionen 433.

Osmium 433

Darstellung und Eigenschaften 433. Verbindungen mit O: Oxydul, Sesquioxyd, Oxyd, osmige Säure, Osmiumsäure 434. Verbindungen mit Schwefel: Schwefelosmium. Verbindungen mit Halogenen: Chlorür, Chlorid 435.

Iridium 435

Darstellung und Eigenschaften. Verbindungen mit O: Oxydul, Sesquioxyd 435, Oxyd, Säure. Verbindungen mit Halogenen und Schwefel: Schwefeliridium; Sesquichlorid, Chlorid; Verbindungen der Chloride mit Kalium 436.

Palladium 436

Darstellung und Eigenschaften 436 u. 437. Verbindungen mit O: Suboxyd, Oxydul, Oxyd 437. Verbindungen mit Halogenen und Schwefel: Schwefelpalladium; Chlorür, Chlorid; Doppelsalze mit Kalium; Palladiumcyanür 438.

Rhodium 438

Gewinnung und Eigenschaften 438. Verbindungen mit O: Sesquioxydul, Oxyd, Sesquioxyduloxyd. Verbindungen mit Schwefel und mit Halogenen: Schwefelrhodium; Sesquichlorür und seine Verbindung mit Kalium 439.

Ruthenium 439

Gewinnung und Eigenschaften 439. Verbindungen mit O: Oxydul, Sesquioxydul, Oxyd, Säure. Verbindungen mit Schwefel und

Seite

den Halogenen: Schwefelruthen; Chlorür, Sesquichlorür und Verbindungen mit Kalium 441.

Tabellarische Uebersicht der Oxydationsstufen der Schwermetalle 442, 443

Zusammenstellung der Eigenschaften einiger Metalle 444, 445

» » Chlorstufen » » 446

» » schwefelsauren Salze einiger Metalle 446

» » salpetersauren » » » 446

Uebersichtliche Zusammenstellung der Reactionen einiger Metalle . . 447

Tafel der Atomgewichte, Aequivalententafel.

Nr.	Deutsche Namen.	Lateinische Namen.	Zeichen.	Atomgewicht.
1	Aluminium	Aluminium	Al	170,9
2	Antimon	Stibium	Sb	806,5
3	Arsenik	Arsenicum	As	468,7
4	Barium	Barium	Ba	858,0
5	Beryllium	Beryllium	Be	87,1
6	Blei	Plumbum	Pb	1294,5
7	Bor	Borum	B	136,2
8	Brom	Bromium	Br	1000,0
9	Cadmium	Cadmium	Cd	696,8
10	Calcium	Calcium	Ca	250,0
11	Cer	Cerium	Ce	—
12	Chlor	Chlorum	Cl	443,2
13	Chrom	Chromium	Cr	328,5
14	Didym	Didymium	D	—
15	Eisen	Ferrum	Fe	350,0
16	Erbium	Erbium	E	—
17	Fluor	Fluor	F	239,4
18	Gold	Aurum	Au	1227,8
19	Jod	Jodum	J	1586,0
20	Iridium	Iridium	Ir	1232,0
21	Kalium	Kalium	K	489,3
22	Kiesel	Silicium	Si	266,8
23	Kobalt	Cobaltum	Co	368,7
24	Kohlenstoff	Carbonicum	C	75,0
25	Kupfer	Cuprum	Cu	395,6
26	Lanthan	Lanthanium	La	—
27	Lithium	Lithium	L	81,7
28	Magnesium	Magnesium	M	154,5
29	Mangan	Manganium	Mn	344,7
30	Molybdän	Molybdaenum	Mo	575,8
31	Natrium	Natrium	Na	287,2
32	Nickel	Niccolum	Ni	369,3

Tafel der Atomgewichte, Aequivalententafel.

Nr.	Deutsche Namen.	Lateinische Namen.	Zeichen.	Atomgewicht.
33	Niobium	Niobium	Nb	—
34	Norium	Norium	No	—
35	Osmium	Osmium	Os	1242,6
36	Palladium	Palladium	Pd	665,5
37	Pelopium	Pelopium	Pe	—
38	Phosphor	Phosphorus	P	400,0
39	Platin	Platina	Pt	1232,1
40	Quecksilber	Hydrargyrum	Hg	1250,0
41	Rhodium	Rhodium	Ro	652,0
42	Ruthenium	Ruthenium	Ru	646,3
43	Sauerstoff	Oxygenium	O	100,0
44	Schwefel	Sulphur	S	200,0
45	Selen	Selenium	Se	495,3
46	Silber	Argentum	Ag	1349,0
47	Stickstoff	Nitrogenium	N	175,0
48	Strontium	Strontium	Sr	548,0
49	Tantal	Tantalum	Ta	—
50	Tellur	Tellurium	Te	801,8
51	Terbium	Terbium	Tb	—
52	Thorium	Thorium	Th	743,9
53	Titan	Titanium	Ti	314,7
54	Uran	Uranium	U	750,0
55	Vanadin	Vanadium	V	856,9
56	Wasserstoff	Hydrogenium	H	12,48
57	Wismuth	Bismuthum	Bi	1330,4
58	Wolfram	Wolframium	W	1150,6
59	Yttrium	Yttrium	Y	—
60	Zink	Zincum	Zn	406,6
61	Zinn	Stannum	Sn	725,7
62	Zirconium	Zirconium	Zr	419,7

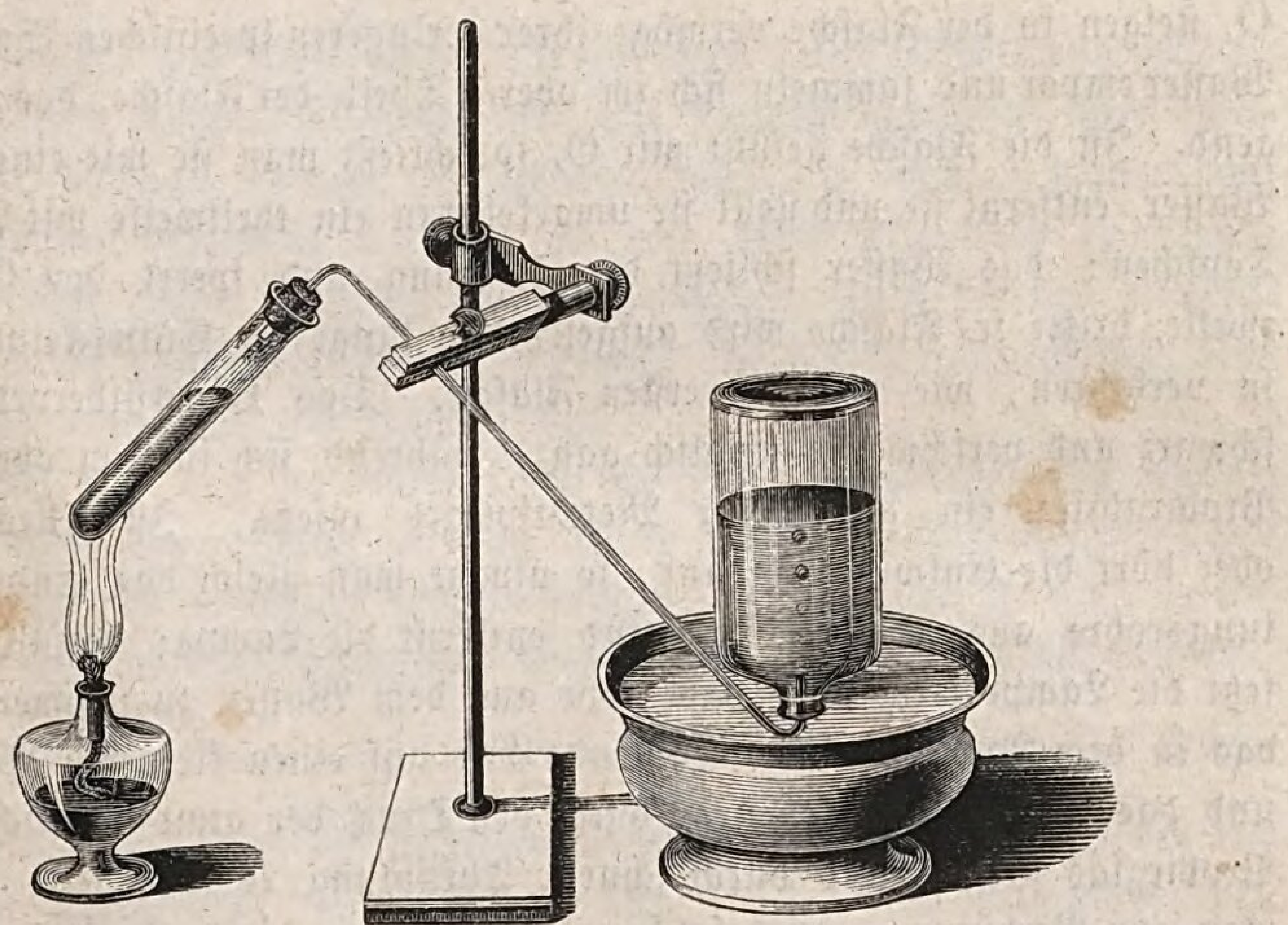
Erster Theil.

Chemie der Metalloïde.

I. Sauerstoff, Oxygenium, O.

In eine $^1/_2$ bis 1 Zoll weite, an einem Ende zugeblasene Glasröhre I
(Probirglas, Reagenzröhre) (1) *) bringe man rothes Quecksilberoxyd (ein schön rothes Pulver, in jeder Apotheke zu bekommen), und passe einen Kork ein (2), durch den eine zweimal wie in beistehender Figur 1 gebogene Glasröhre

Fig. 1.



(Entwickelungsrohr) (1) mit dem einen Ende in das Glas reicht; das andere Ende des Entwickelungsrohrs taucht in ein Gefäß mit Wasser (pneumatische Wanne) (3), so daß die Oeffnung unter der Wasseroberfläche sich befindet. Dann tauche man eine mit Wasser gefüllte Flasche (Auffangeflasche) mit dem Halse in's Wasser der Wanne, indem man die Oeffnung mit dem Finger schließt, umdreht und unter Wasser den Finger wegzieht; der Luftdruck erhält die Flasche mit Wasser gefüllt, so lange die Oeffnung unter Wasser bleibt. — Statt

*) Die fortlaufenden Ziffern (1) (2) rc. weisen auf die gleichen des Anhangs.

des Probirglases kann man auch einen kleinen Kolben, wie in Fig. 2 und Fig. 3, Glasgefäße mit gleich dünnen Wänden und Boden, die man so nennt, anwenden. Wird nun das Probirglas (Kolben) durch die Flamme einer Spirituslampe (4) erhitzt, ohne aufgesetzte Auffangeflasche, so entweicht die im Entwickelungsgefäße enthaltene atmosphärische Luft in Blasen durch das Entwickelungsrohr; nach einigen Minuten ist die Luft entfernt, und man bringe nun die Oeffnung der Auffangeflasche über das Ende des Entwickelungsrohrs. Luftblasen, Sauerstoffgas, O, steigen in der Flasche vermöge ihrer geringeren specifischen Schwere durch das Wasser empor und sammeln sich im oberen Theile der Flasche, das Wasser verdrängend. Ist die Flasche gefüllt mit O, so schließt man sie mit einem Kork unter Wasser, entfernt sie und stellt sie umgekehrt in ein theilweise mit Wasser gefülltes Töpfchen; das Wasser schließt die Oeffnung und sperrt das Gas ab. Eine zweite, dritte ꝛc. Flasche wird aufgesetzt, so lange die Entwickelung dauert, und so verfahren, wie mit der ersten Flasche. Das Quecksilberoxyd wird braun, schwarz und verschwindet endlich ganz, während sich in dem oberen Theile des Probirglases ein glänzender Metallspiegel ansetzt. Ist Alles verschwunden, oder hört die Entwickelung auf, so nimmt man gleich das Ende des Entwickelungsrohrs aus dem Wasser, und entfernt die Lampe; versäumt man dieses, setzt die Lampe weg, ohne das Rohr aus dem Wasser zu nehmen, so zieht sich das in dem Apparate sich abkühlende Gas auf einen kleineren Raum zusammen, und das Auffangewasser würde durch den Druck der atmosphärischen Luft in das Probirglas steigen und durch schnelle Abkühlung es sprengen; überhaupt muß man zur Verhütung eines solchen Unfalls, der einen Versuch ganz verderben kann, die Flamme während der Entwickelung nicht entfernen, sie auch vor einem Windzuge in Acht nehmen, der sie zur Seite jagen und den Apparat abkühlen könnte.

Fig. 2.



Fig. 3.



Nimmt man nun den Kork mit dem Entwickelungsrohr aus dem Probirglase und kehrt mit der Fahne einer Feder den Metallspiegel ab in eine Schale, so erkennt man das gewonnene Metall leicht für Quecksilber.

Wir haben also aus dem einen Körper, Quecksilberoxyd, zwei gewonnen, Sauerstoff in Gasform, Quecksilber in Form eines bei gewöhnlicher Temperatur flüssigen Metalls. Beide Körper sind einfache, d. h. Körper, welche die Chemie nicht weiter zu zerlegen vermag, Elemente; sie bilden

vereinigt einen zusammengesetzten Körper, der von seinen chemischen Bestandtheilen, Quecksilber und Sauerstoff, sehr verschieden ist, sowohl dem äußeren Erscheinen nach, als nach seinen anderen Eigenschaften; diese sind in dem rothen Quecksilberoxyd vollständig verschwunden. Das gewonnene Quecksilber beträgt dem Gewichte nach 92,6 Proc. vom angewandten Quecksilberoxyd, das Gas also 7,4 Proc.; d. h. zerlegen wir 100 Gran (Gr.) Quecksilberoxyd so erhalten wir 92,6 Gr. Quecksilber und 7,4 Gr. Sauerstoffgas.

Das Sauerstoffgas ist durchsichtig wie Luft, geruch- und geschmacklos; das specifische Gewicht desselben ist = 1,1056.

Die Kraft, welche die Vereinigung des Quecksilbers und des Sauerstoffs 2
zu Quecksilberoxyd bewirkt, und in unserem Falle durch die Wärme aufgehoben wird, nennt man chemische Verwandtschaft, Affinität; die chemische Verbindung ist das Product der Affinität. Diese Kraft wird bald leichter, bald schwerer aufgehoben und so eine Zerlegung bewirkt; zur Zerlegung des Quecksilberoxyds reicht schon die Wärme hin, wobei diese durch das Streben beider Bestandtheile, in den ausdehnsamen Zustand überzugehen, unterstützt wird.

Man bezeichnet, wie schon aus der Ueberschrift dieser Abtheilung zu erse- 3
hen ist, die einfachen Körper, Elemente, mit dem Anfangsbuchstaben ihres lateinischen Namens; da man bis jetzt 62 Elemente kennt, so müßten manche mit demselben Buchstaben bezeichnet werden; um nun Verwechselungen zu verhüten, fügt man dem einen solcher gleichen Buchstaben einen kleinen Buchstaben bei. So heißt Wasserstoff Hydrogenium, Zeichen H; Quecksilber Hydrargyrum, und man giebt als Zeichen Hg.

Man nimmt an, daß die Masse eines Körpers aus untheilbaren, unendlich kleinen, in ihrer Vereinigung an und neben einander gelagerten Theilchen bestehe, denen man eine sphärische Gestalt beilegt, und die man Atome nennt. Diesen Atomen legt man ein bestimmtes Gewicht bei; so ist 1 Atom Quecksilber $12^1/_2$ mal $\left(\frac{92,6}{7,4} = 12,5\right)$ so schwer, als 1 Atom Sauerstoff. Dieser Ansicht gemäß bezeichnen nun die Anfangsbuchstaben der Elemente zugleich ein Atom desselben Elementes; so bezeichnet also O 1 Atom Sauerstoff, Hg 1 Atom Quecksilber. Eine Ziffer, oben oder unten zur Rechten des Zeichens gesetzt, giebt an, wie viel Atome von dem Körper, den das Zeichen angiebt, in eine Verbindung eingehen; also H^2 oder H_2 = 2 Atome Wasserstoff, wobei zu bemerken ist, daß diese Zahl sich nur auf das Zeichen bezieht, dem sie beigegeben ist. — Die verschiedenen Bestandtheile eines zusammengesetzten Körpers giebt man nun durch die chemischen Zeichen an, indem man dieselben neben einander setzt; so ist Quecksilberoxyd = Hg + O = HgO, d. h. = 1 At. Quecksilber und 1 At. Sauerstoff; Wasser = HO, 1 At. Wasserstoff und 1 At. Sauerstoff. Da aber Sauerstoffverbindungen so häufig sind, so bezeichnet man auch wohl die Sauerstoffatome durch Punkte, gestellt über das Zeichen des mit Sauerstoff verbundenen Körpers; also ist HgO auch mit

$\dot{\mathrm{Hg}}$ zu bezeichnen, und Wasser mit $\dot{\mathrm{H}}$, oder, wie jetzt gebräuchlicher ist, mit HO. Solche Zusammenstellungen nennt man chemische Formeln. Eine Zahl, vor die Formel gesetzt, bezieht sich auf alle Zeichen; 4 Hg heißt also 4 At. Hg + 4 At. O = 4 HgO.

4 Taucht man einen glimmenden Spahn in eine Flasche mit O, so entzündet er sich augenblicklich und brennt lebhaft und mit viel größerem Glanze fort, als in der atmosphärischen Luft; zieht man ihn zurück, bläst aus, aber so, daß noch einige Funken daran bleiben, so entzündet er sich beim Wiedereintauchen auf's Neue. Der O hat zu den Bestandtheilen des Holzes, wenn es einmal, in unserem Falle durch's Anstecken, die Temperatur des Verbrennens erreicht hat, eine große Affinität, und indem er sich mit diesen Bestandtheilen verbindet, erzeugt er Wärme und Licht. In der atmosphärischen Luft ist der O mit viermal so viel Stickgas gemengt, weshalb auch beim Verbrennen in derselben viel weniger Wärme und Licht sich entwickeln. Ein Stück Feuerschwamm in O gebracht brennt darin mit Flamme, da derselbe in der atmosphärischen Luft doch nur glimmt.

5 Befestigt man ein Stück Holzkohle an einen Draht, glüht es in der Spirituslampe und taucht es glühend in eine Flasche mit O, so verbrennt die Kohle lebhaft und mit Flamme. Obgleich dem Anscheine nach kein neuer Körper entstanden ist, so werden uns doch spätere Versuche das Vorhandensein einer durch's Verbrennen der Kohle entstandenen Verbindung nachweisen. Die Kohle hat sich zum Theil mit dem O zu einem gasförmigen Körper verbunden, der Kohlensäure, bestehend aus 1 At. Kohlenstoff (Carbonicum, C) und 2 At. O, also wäre die chemische Bezeichnung der Kohlensäure = CO_2. Die Flasche wird verstöpselt und weggesetzt.

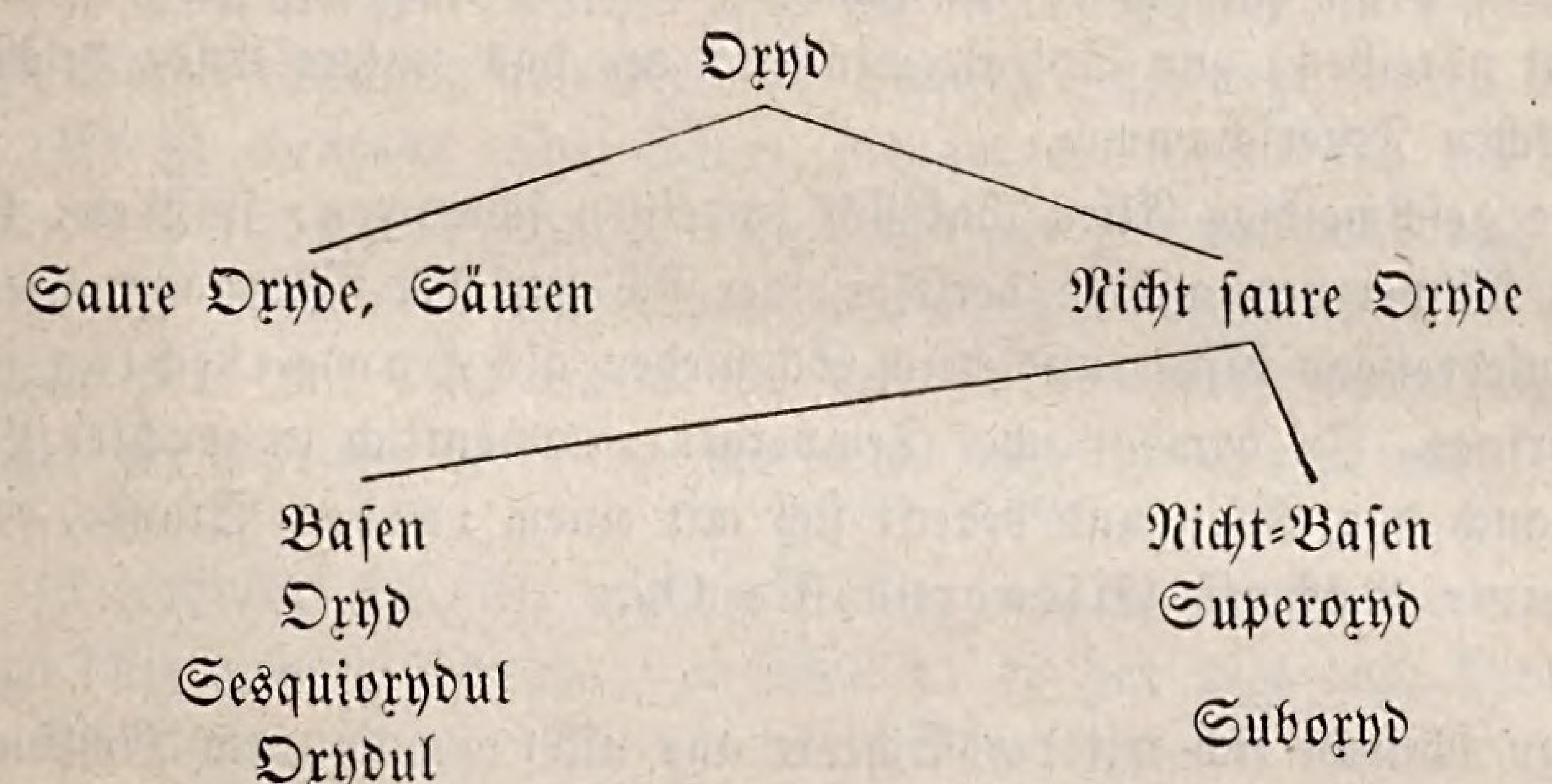
6 Taucht man in eine Flasche mit O ein Stückchen Natrium, Na, auf einem Korke, den man an einen Draht befestigt hat, so verwandelt es sich nach einiger Zeit in eine weiße, kalkartige Masse. Das Natrium ist ein zinnweißes, knetbares, leichtes Metall, das eine sehr große Affinität zum O hat; schneidet man ein Stückchen mit einem Messer durch, so zeigen die Schnittflächen zwar den zinnweißen Metallglanz, aber schon nach wenigen Augenblicken werden sie blind und bläulich, endlich weiß, indem der O der Luft sich mit dem Metall verbindet; deshalb muß man dasselbe auch in einer Flüssigkeit aufbewahren, die keinen Sauerstoff enthält, in Steinöl, Petroleum. Das Metall, das sich mit O verbunden hat, nennt man oxydirt, es ist ein Oxyd geworden, aus Natrium ist Natriumoxyd oder Natron entstanden, indem sich 1 At. Na mit 1 At. O zu 1 At. NaO verbunden haben. Man nennt diesen chemischen Vorgang Oxydation. Ein ähnliches Metall ist das Kalium, K, das sich noch leichter mit O zu Kaliumoxyd oder Kali, KO, verbindet und auch unter Steinöl aufbewahrt wird. Das KO, ebenfalls ein weißer Körper, zieht sehr begierig Feuchtigkeit an und zerfließt leicht.

Im Allgemeinen nennt man einen mit O vereinigten Körper oxydirt oder verbrannt, und das Gewicht des oxydirten Körpers ist gleich der Summe der Gewichte des brennbaren Körpers und des verzehrten Sauerstoffs. Auch unter Nr. 5 entstand ein oxydirter Körper, den wir aber in diesem Falle eine Säure nannten, aus bald vorkommenden Gründen; auch hier hatte eine Oxydation stattgefunden.

Manche Körper nehmen in bestimmten Verhältnissen bald mehr, bald we- 7
niger O auf; diese verschiedenen Verbindungen nennt man Oxydationsstufen. Das Quecksilber z. B. verbindet sich mit O in zwei Verhältnissen; nehmen 100 Theile (Pfund, Loth, Gran) Hg 8 Theile O auf, so entsteht das rothe Quecksilberoxyd, das wir schon kennen gelernt haben; nehmen 100 Theile Hg 4 Theile O auf, so entsteht das schwarze Quecksilberoxydul.

Oxyd und Oxydul sind zwei Oxydationsstufen. Andere Stufen sind das Suboxyd und das Superoxyd, endlich noch saure Oxyde. Die geringste Menge O bei einem und demselben Körper zeigt das Suboxyd, dann folgt das Oxydul, das Oxyd, das Superoxyd, die Säuren.

Oxydul und Oxyd heißen auch Basen, aus Gründen, die wir bald werden kennen lernen; das KO und das NaO sind Basen. — Als Zwischenstufe zwischen Oxyd und Oxydul unterscheidet man noch (das Sesquioxyd) das Sesquioxydul.



Da die Benennungsweise der Oxyde nach und nach sich bildete und nicht nach festen Principien, so setzen gleiche Namen nicht gleiche Zusammensetzung voraus, indem z. B. die Verbindung zwischen 1 At. eines Körpers mit 1 At. O bei dem einen Oxydul, bei dem andern Oxyd heißt.

Man glühe einen dünnen Eisendraht in der Weingeistflamme aus, lasse 8
ihn erkalten, wodurch er geschmeidig wird, und winde ihn in Form eines Schraubenganges um ein rundes Stäbchen; beim Abziehen hat er die Gestalt einer Spirale. An dem einen Ende befestige man ihn in einen Kork, das andere Ende lege man um ein kleines, cylindrisches Stückchen Holzkohle, dem man vorher eine Furche zur Aufnahme des Drahtes eingeschnitten hat. Glüht man in der Spiritusflamme die Kohle gut durch und taucht sie glühend in eine Flasche mit O, den Kork lose aufsetzend, so sieht man die Kohle mit Flamme

brennen (wie in Nr. 5). Der Eisendraht wird glühend und verbrennt mit starkem, prächtigem Funkensprühen, indem sich vom schmelzenden Eisen eine Kugel bildet, die einen sternförmigen Strom von Funken aussprüht. Die Kugel fällt beim Fortgang der Verbrennung ab, eine neue bildet sich, indem der Draht weiter verbrennt, so lange noch O in der Flasche ist. Das Eisen (Ferrum, Fe) oxydirt sich zu Eisenoxydoxydul, $Fe_2O_3 + FeO$ (Fe_2O_3 = Eisenoxyd, FeO = Eisenoxydul). Die abfallenden geschmolzenen Kügelchen sind so heiß, daß sie noch einige Augenblicke selbst unter Wasser fortglühen, in den Boden der Flasche einschmelzen, und meist ein Zerspringen derselben veranlassen.

Will man die Flasche erhalten und zugleich durch größeren Vorrath von O das schöne Experiment verlängern, so sprenge man mit Sprengkohle (5) den Boden aus einer größeren Flasche, wodurch man eine Art Glocke erhält. Schließt man die Glocke mit einem Korke nnd füllt sie mit Wasser, indem man in einem tieferen Gefäße den abgesprengten Rand nach oben biegt, so bleibt sie mit Wasser gefüllt, wenn der Kork gut schließt und der Rand unter dem Wasserspiegel bleibt. Nun öffnet man eine Flasche mit O unter Wasser, bringt die Oeffnung unter die Glocke und läßt das Gas in dieselbe steigen, bis sie voll ist; schiebt einen Teller, dessen Boden mit vorher angefeuchtetem Sande bedeckt ist, unter Wasser unter die Glocke, und hebt aus; der Teller trägt dann die Glocke und die herabfallenden Kugeln sind im Sande unschädlich. — Statt des Drahtes kann man auch eine schmale Uhrfeder nehmen, sie ausglühen, mit Sand gut abreiben, zur Spirale winden; an das untere Ende befestigt man ein Stückchen Feuerschwamm.

Das geschmeidige Eisen hat sich in einen schwarzen, spröden, leicht zerreiblichen Körper verwandelt, derselbe, der sich auf der Oberfläche des glühenden Schmiedeeisens bildet und beim Schmieden als Hammerschlag in Schuppen abspringt. In gewöhnlicher Temperatur, namentlich in feuchter Luft, oxydirt sich auch das Eisen und bedeckt sich mit einem rothen Staube, es rostet; dieser Körper, Rost, ist Eisenoxyd, Fe_2O_3.

9 Man schneide sich mit der Scheere aus nicht zu dünnem Messingblech ein Plättchen aus von der Gestalt in Fig. 4; mittelst eines Eisenstabes schlage man auf Holz das runde Ende in Gestalt eines Löffelchens, treibe es zu einer Höhlung aus, biege den Stiel aufwärts und befestige ihn mit Draht an das eine Ende eines dicken Eisendrahtes, dessen anderes Ende man etwas abbiegt, wie in Fig. 5. Statt des Löffelchens kann man auch eine kleine Stange Kreide die oben eine Vertiefung hat, an den dicken Eisendraht binden. Legt man in dies Löffelchen, dessen Größe sich nach der Oeffnung der Auffangeflaschen richtet, ein Stückchen Schwefel (Sulphur, S), steckt es an und taucht es in eine Flasche mit O, so verbrennt der S mit großer, schön lasurblauer Flamme,

Fig. 4.

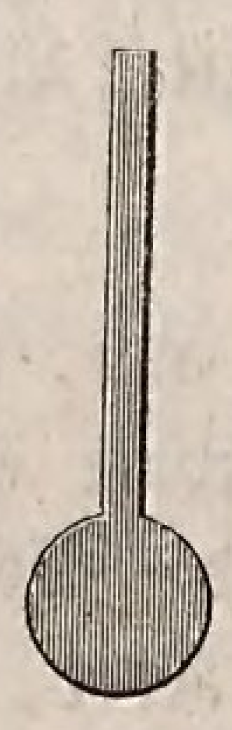


Fig. 5.



wogegen er bekanntlich in der atmosphärischen Luft nur mit kleiner, blaßblauer Flamme verbrennt. Die Flasche füllt sich mit einem weißen Rauche, der am Ende den S zu brennen verhindern würde, wenn man das Löffelchen nicht auf- und abbewegte. Schüttelt man die Flasche mit etwas Wasser, sie mit dem Finger verschließend, so verschwindet dieser Rauch und der Finger wird an die Oeffnung durch den äußeren Luftdruck angepreßt.

Es ist eine Verbindung entstanden, die das Wasser aufnimmt, verschluckt absorbirt, daher auch das Anpressen des Fingers. Es ist eine Luftart, die den stechenden Geruch nach verbranntem S hat; das Wasser, das sie aufgenommen hat, schmeckt sauer, es hat sich eine Säure gebildet, die man schweflige Säure nennt. 1 At. S hat 2 At. O aufgenommen, ist SO_2 geworden, dieselbe, welche auch der in atmosphärischer Luft brennende S erzeugt und den stechenden Geruch der brennenden Zündhölzchen veranlaßt. Nimmt der S durch später zu erläuternde Vorgänge noch 1 At. O auf, so bildet sich die bekannte Schwefelsäure, SO_3.

Legt man ein kleines, abgetrocknetes Stück Phosphor (Phosphorus, P), 10
den man seiner Leichtentzündlichkeit wegen in Stangen geformt unter Wasser aufbewahrt, in das Löffelchen und taucht es angezündet in O, so entsteht eine hohe Flamme, die mit außerordentlichem, blendendem Glanze die ganze Flasche erfüllt. Wie beim vorigen Versuche zeigt sich in der Flasche ein dichter, weißer Rauch, den Wasser ebenfalls absorbirt, das dadurch einen sehr sauren Geschmack annimmt. Es ist ebenfalls eine Säure entstanden, indem sich 1 P mit 5 O verbanden, die Phosphorsäure, PO_5. An der Flaschenwand und auf dem Boden zeigt sich stellenweise ein rother Körper, Phosphoroxyd, eine Verbindung von 2 P mit 1 O = P_2O, der sich besonders dann zeigt, wenn mehr P, als zur Bildung der PO_5 erforderlich war, genommen wird.

Der O verbindet sich, wie mit der Kohle, dem S, dem P, noch mit vielen 11
Körpern zu sauren Verbindungen, zu Säuren; es hat dies auch Veranlassung zu seinem lateinischen Namen, Oxygenium, Säureerzeuger, gegeben, (aus dem Griechischen, oxys, sauer, gennao, ich erzeuge). Nicht jede Säure schmeckt sauer, es giebt Säuren, die bitter schmecken; überhaupt können nur die Säuren schmecken, welche sich in Wasser auflösen, also auch in dem Speichel unseres Mundes. Taucht man ein Stückchen blaues Lackmuspapier *) in die unter Nr. 9 oder 10 gewonnenen, in Wasser gelösten Säuren, überhaupt in eine

*) Um sich Lackmuspapier anzufertigen, übergießt man etwa 1 Thl. Lackmus mit 6 bis 7 Thln. Wasser, das an einem warmen Orte nach öfterem Umrühren den blauen Farbstoff (Pigment) löst. Das Gelöste wird vom Ungelösten abgegossen, und durch das tiefblaue Wasser werden Streifen ungeleimten Papiers (Druckpapier) gezogen, die man an einem dunkeln Orte trocknen läßt und in einer Dose aufbewahrt. Will man rothes Papier haben, so zieht man einige Streifen durch eine mit Wasser stark verdünnte Säure, etwa Schwefelsäure, und spült sorgfältig ab.

mit Wasser verbundene Säure, so wird es roth; Säuren röthen blaues Lackmuspapier.

Die Säuren erhalten ihre Namen nach dem Grundstoff, Radical; das Radical der Schwefelsäure ist S, das der Phosphorsäure P. Verschiedene Säurestufen unterscheidet man durch Anhängung der Silbe »ige«, schweflige Säure; weiter noch durch Vorsetzung des Wortes »Ueber«, Uebermangansäure, oder des Wortes »Unter«, Unterschwefelsäure.

12 Wird das unter Nr. 6 erhaltene NaO in wenig Wasser gelegt, so verschwindet es rasch; es hat sich in Wasser gelöst, ist also ein lösliches Oxyd; die Lösung hat einen laugenhaften Geschmack. Taucht man etwas rothes Lackmuspapier in diese Lösung, so wird es wieder blau; die löslichen Oxyde, Basen, stellen die blaue Farbe des durch Säuren gerötheten Lackmuspapiers wieder her. Das unter Nr. 8 erhaltene $Fe_2O_3 + FeO$ ist in Wasser unlöslich, ein unlösliches Oxyd.

13 Träufelt man einige Tropfen der in Nr. 9 gewonnenen wässrigen SO_2, oder der in Nr. 10 erhaltenen PO_5 zu der Natronlösung und läßt das überflüssige Wasser an einem warmen Orte, etwa auf dem Ofen, in einer Tasse, verdunsten, so bleiben in beiden Fällen kleine Krystalle.

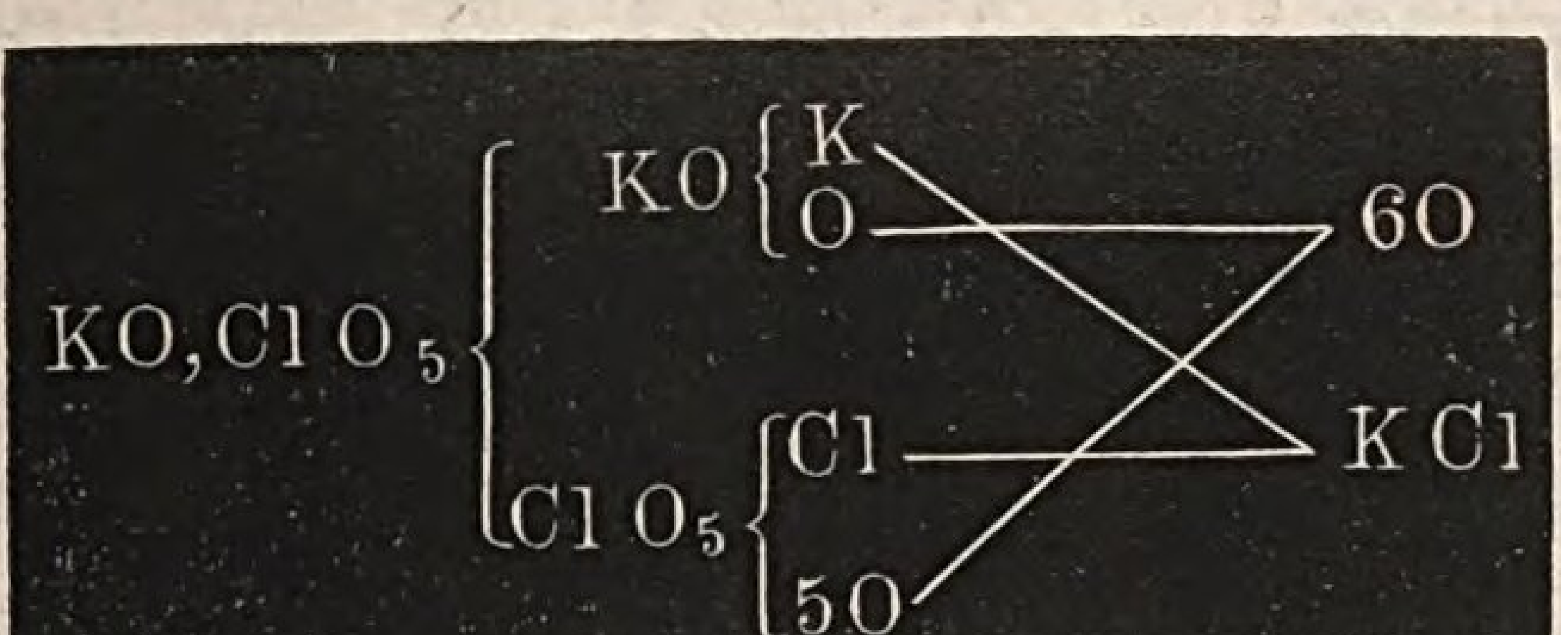
Dieser neu entstandene Körper heißt in der Chemie ein Salz. Ein Salz ist also die Verbindung zwischen einer Säure und einem Oxyd, Base. Basen nennt man diejenigen Oxyde, welche sich mit den Säuren zu Salzen vereinigen können, eine Base ist ein salzfähiges Oxyd. Suboxyde und Superoxyde sind keine Basen, da sie sich nicht mit Säuren zu Salzen vereinigen können, die ersteren nicht ohne O aufzunehmen, die anderen nicht ohne O abzugeben.

Findet eine Zersetzung eines Salzes durch die aus der Physik bekannte Volta'sche Säule Statt, so geht immer die Säure an den positiven, die Base an den negativen Pol; nach dem elektrischen Gesetze, daß gleichnamig-elektrische Körper sich abstoßen, ungleichnamige sich anziehen, muß die Säure elektronegativ, die Base elektropositiv sein. Die Atome nimmt man dabei als an sich elektrisch, oder doch mit einer elektrischen Atmosphäre umgeben an. Das aus SO_2 und NaO entstandene Salz nennt man »schwefligsaures Natron«; das aus PO_5 und NaO hervorgegangene »phosphorsaures Natron«; das erstere wird mit NaO, SO_2, das zweite mit NaO, PO_5 bezeichnet.

14 Es giebt basische, neutrale und saure Salze; in den neutralen Salzen haben sich die Eigenschaften der Basis und der Säure verloren, ausgeglichen, sie haben sich neutralisirt; in den meisten Fällen röthen die Lösungen das blaue Lackmuspapier nicht und bläuen das rothe nicht. Enthalten die Salze mehr Basis, als die neutralen, so heißen sie basische, mehr Säure, saure Salze.

Sowohl NaO, SO_2 als NaO, PO_5 lösen sich leicht in Wasser, sie sind leichtlösliche Salze. Gießt man etwas Kalkwasser, d. h. Wasser, worin sich Kalk gelöst hat (das man sich bereitet, indem man gelöschten Kalk in einer fest zu verschließenden Flasche mit viel Wasser übergießt), in die Flasche unter Nr. 5, so wird es milchig, so klar es vorher auch war, und setzt ein weißes Pulver ab. Dies Pulver ist ebenfalls ein Salz, das aber nicht krystallisirt und in Wasser ungelöst bleibt; der Kalk ist nämlich ebenfalls ein basisches Oxyd des Metalls Calcium, Ca, also Calciumoxyd, CaO, das sich mit der in der Flasche enthaltenen aus der Kohle gebildeten CO_2 zu kohlensaurem Calciumoxyd, CaO, CO_2, oder kohlensaurem Kalk verbindet; der kohlensaure Kalk, der in der Natur als Kalkstein, Kreide, vorkommt, löst sich in Wasser nicht, oder doch nur wenig, ist ein unlösliches Salz, weshalb es sich auch aus dem Wasser absetzt. Ein Salz, das sich nur wenig, schwer in Wasser auflöst, heißt schwerlöslich. Wir haben also leichtlösliche, schwerlösliche und unlösliche Salze. Ein Salz, das sich in Wasser leicht löst, kann in einer anderen Flüssigkeit, z. B. starkem Weingeist, unlöslich sein, und umgekehrt. 15

Wohlfeiler, als aus HgO, und in größerer Menge gewinnt man den reinsten O aus dem chlorsauren Kali, KO, ClO_5 (Cl das Zeichen des Chlor's, ClO_5 = Chlorsäure), einem in glänzenden Blättchen krystallisirten Salze. In einem Apparate, wie zur Entwickelung des O aus dem HgO gebraucht worden, erhitzt, schmilzt dieses Salz, kocht und giebt O ab. Die Salzmasse wird nach und nach teigartig, und man muß dann die Temperatur erhöhen, damit die Entwickelung fortschreitet. Es bleibt in dem Entbindungsgefäß eine weiße Masse zurück, eine Verbindung zwischen dem Elemente Chlor und Kalium, KCl, Chlorkalium. KO, ClO_5 giebt 39 Proc. O von seinem Gewichte ab. 16



(Chlorkalium)

Uebergießt man nach dem Erkalten das im Probirglase gebliebene Chlorkalium mit Wasser, erhitzt es, wodurch es sich löst, läßt verdunsten, so krystallisirt es in Würfeln. Das KCl, so sehr ähnlich es einem Salze ist, ist doch kein Salz; solche Verbindungen werden wir später kennen lernen.

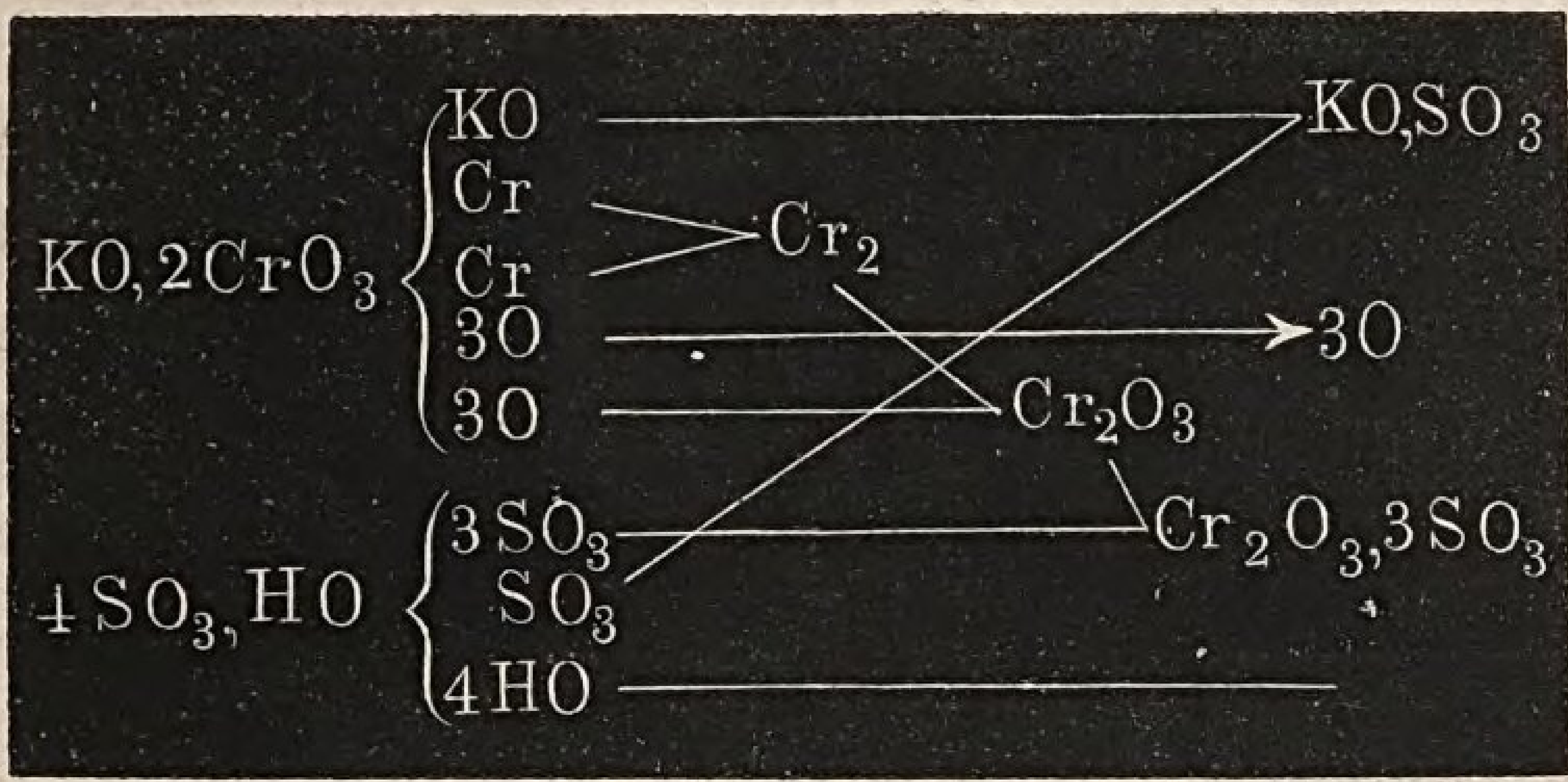
Will man größere Massen O aus dem KO, ClO_5 gewinnen, so ist es sehr zweckmäßig, das Salz mit Braunstein, dem Superoxyde des Metalls Mangan, einem schwarzen, krystallinischen Pulver, zu gleichen Theilen zu mengen; die Masse wird dann nicht flüssig, die Zersetzung geschieht in einem Glaskolben oder in weitem Reagenzrohre, den (das) man unmittelbar mit der Spiritusflamme erhitzt, mit gehöriger Vorsicht, damit der Kolben nicht

springe; man bewegt die Flamme zuerst unter dem Kolben hin und her, und setzt erst hin, wenn das Glas so gleichmäßig erwärmt ist. Wird die Entwickelung, die bald eintritt, zu stürmisch, so setzt man die Flamme tiefer. Man hat das Reißen des Kolbens viel weniger zu befürchten, wenn man ihn auf ein Drahtnetz von feinem Eisen- oder Messingdraht setzt, das auf einem Eisengestell (s. folgende Nummer) liegt, und durch Einbiegen mit einer dem Kolben entsprechenden Vertiefung versehen ist; die Flamme wird durch das Drahtnetz mehr auf die Oberfläche des Glases vertheilt und das Erhitzen eines Punktes vermieden.

17 Sehr reinen O erhält man durch Erhitzen des sauren chromsauren Kalis mit Schwefelsäure. — Das saure chromsaure Kali stellt große, dunkelrothe Krystalle dar, die in der Färberei und Druckerei zur Darstellung schöner, besonders gelber Farben gebraucht werden; es heißt auch wohl zweifach chromsaures Kali, da es aus 1 At. KO und 2 At. Chromsäure besteht (das Metall Chrom hat zum Zeichen Cr, Chromsäure $= CrO_3$), doppelt oder zweifach chromsaures Kali $= KO, 2\,CrO_3$; das neutrale chromsaure Kali, ein citrongelbes Salz, ist $= KO, CrO_3$. Das saure Salz hat also noch einmal soviel Säure, als das neutrale. — Auf diese Art bezeichnet man das Verhältniß näher, in welchem die Säuremenge saurer oder basischer Salze zu der Säuremenge im neutralen Salze steht.

Man übergießt in einem Kolben oder einer Retorte (einem Glasgefäße, aus einem kugel- oder birnförmigen Behälter mit wagerechtem oder etwas abwärts gebogenem Halse bestehend) 3 Thle. chromsaures Kali mit 4 Thln. Schwefelsäure (die gewöhnliche Schwefelsäure besteht aus 1 At. SO_3 und 1 At. Wasser SO_3, HO). Man setzt die Retorte in eine Schale von Messing oder Gußeisen, Sandkapelle, nachdem man auf den Boden etwas Sand gelegt hat, und streut Sand in den Zwischenraum, bis der untere Theil der Retorte mit Sand umgeben ist. Ein flacher Eisenring, durch drei Füße getragen, nimmt die Sandkapelle auf; mehrere engere Eisenringe, die aufgelegt werden können, gestatten den Gebrauch auch engerer Kapellen. Besser noch ist ein Gestell, bestehend aus einer Eisen- oder Messingstange, an welcher ein Eisenring vermittelst Hülse und Stellschraube hoch und niedrig gesetzt werden kann; die Stange steht senkrecht in einem Holzfuße. Eine Spirituslampe erhitzt den Sand und dadurch die Retorte. Die Sandkapelle verhütet ungleichmäßiges Erwärmen des Glases und dadurch veranlaßtes Reißen desselben.

Es entwickelt sich reichlich O; im Gefäße bleibt ein Gemenge von schwefelsaurem Kali und schwefelsaurem Chromoxyd, grasgrün gefärbt. Man läßt etwas abkühlen und entleert dann; im entgegengesetzten Falle backt der schwerlösliche Inhalt wohl so fest an die Wände oder doch in Klumpen, daß ein Entfernen nicht mehr möglich und die Retorte verdorben ist. Den chemischen Vorgang versinnlicht folgendes Schema:



Schwefelsaures Kali.

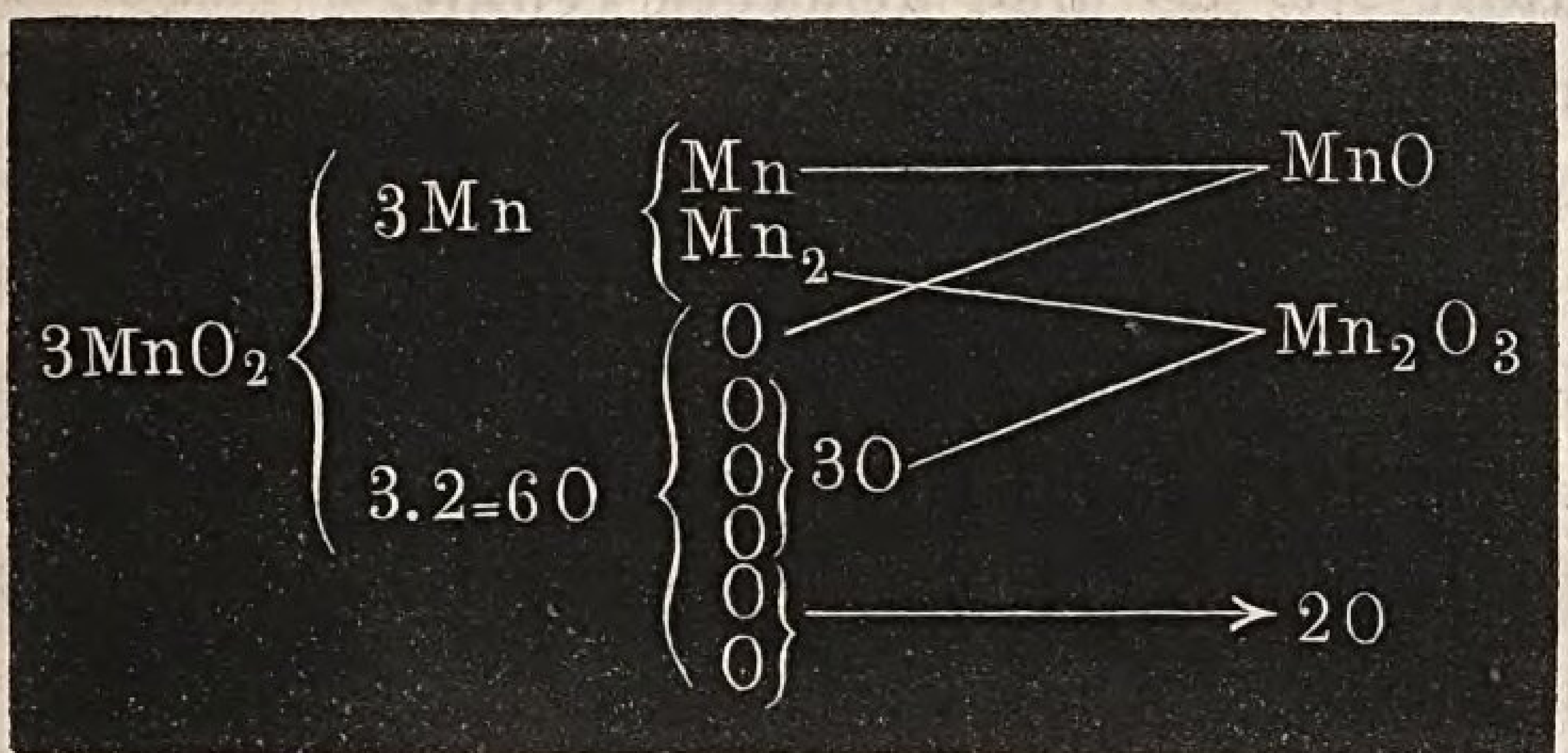
Chromoxyd.

Schwefelsaures Chromoxyd.

mit 4 Atomen Wasser.

Beide Salze bilden ein Doppelsalz, schwefelsaures Kali + schwefelsaures Chromoxyd. Doppelsalze sind Verbindungen von zwei Salzen mit gleicher Säure und ungleicher Base.

Die Superoxyde geben in der Hitze ihren O theilweise ab und werden 18
Oxyde. Glüht man den Braunstein (s. Nr. 16), Mangansuperoxyd, MnO_2 (Mn das Zeichen des Mangans), in einem sogenannten Quecksilberlegel oder in einer Thonretorte in einem Ofen, wie im Anhange Nr. 6 mit Holzkohlen, so geht O fort, und es bleibt ein gelb-braunes Pulver, Manganoxyd-Oxydul, $MnO + Mn_2O_3$



Manganoxydul.

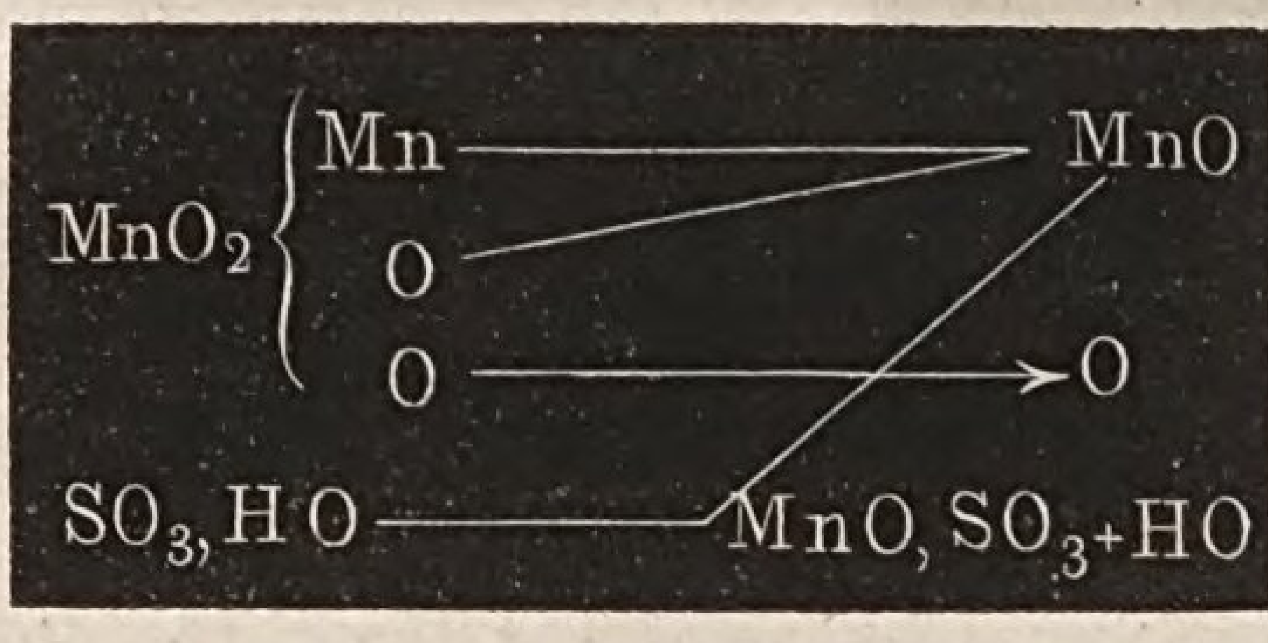
Manganoxyd.

Die Quecksilberlegel sind Flaschen von Schmiedeeisen, in denen Quecksilber versandt wird. Die Oeffnung, mit Schraubengängen versehen, zur Aufnahme eines Eisenstopfens mit Schraube, wird ausgefeilt und ein Flintenlauf eingepaßt und eingedreht, dessen Ende mit Stöpsel das Entwickelungsrohr trägt. Die Fugen um den Flintenlauf werden mit Lehm oder einem anderen Kitte verkittet.

Der Braunstein ist oft mit Bruchstücken der Gebirgsart, worin er sich in der Natur findet (am Harz), besonders mit kohlensaurem Kalk, verunreinigt; es findet sich daher dem entwickelten Gase oft CO_2 beigemengt, die durch die Hitze aus dem CaO, CO_2 ausgetrieben wurde, und die man dadurch entfernen kann, daß man in die mit O gefüllten Flaschen etwas Kalkwasser bringt und damit schüttelt. Vom Kalk wird die CO_2 absorbirt (s. Nr. 5). Kalk, Kalkwasser liefert ein geeignetes Mittel, aus Gasgemengen CO_2 zu entfernen.

Aus dem Braunstein kann noch mehr O erhalten werden, wenn er mit Schwe- 19
felsäure erwärmt wird. In einer Glasretorte oder einem Glaskolben übergieße man MnO_2 mit SO_3, HO und schwenke das Gefäß, bis der Braunstein mit der Schwefelsäure einen Brei gebildet hat, namentlich die Glaswände überall be-

netzt sind. In der Sandkapelle wird erhitzt, so lange noch O sich entwickelt; zuletzt erfüllen sich der Kolben und die Auffangegläser mit einem weißen Nebel, der in den Flaschen aber bald verschwindet, besonders wenn man in denselben etwas Wasser läßt und damit schüttelt; es ist SO_2, die sich durch Zersetzung aus der Schwefelsäure bildet. Man darf nicht zu rasch erhitzen und nicht zuviel MnO_2 in's Gefäß bringen, da die Masse steigt.



Manganoxydul.

Schwefelsaures Manganoxydul.

MnO, das aus dem MnO_2 entsteht, ist eine starke Basis und hat große Affinität zur Schwefelsäure; diese Verwandtschaft bewirkt, daß das MnO_2 die Hälfte seines O abgiebt und zu MnO wird, das sich nun mit der Schwefelsäure verbindet. Diese Verwandtschaft ist auch die Ursache, daß ein geringerer Hitzegrad schon zum Austreiben des O hinreicht und der Versuch in Glasgefäßen gemacht werden kann, was unter Nr. 18 nicht geschehen konnte.

Man läßt den Kolben einige Tage stehen; die schwarze Masse zieht Feuchtigkeit aus der Luft an und es sammelt sich ein dunkelrothes Wasser über der festen Masse; man gieße es ab und filtrire (7); es ist verdünnte Schwefelsäure mit darin gelöstem schwefelsaurem Manganoxyd und schwefelsaurem Manganoxydul; das erstere Salz, Mn_2O_3, SO_3, dadurch entstanden, daß der chemische Prozeß nicht ganz zu Ende geführt wurde, des Glasgefäßes wegen, ist nicht krystallisirbar. Wollte man nun den Kolben mit Wasser füllen, um die Masse herauszubringen, so würde meist das Gefäß zerspringen, bersten, indem die Schwefelsäure mit Wasser so viel Wärme erzeugt, daß die ungleiche Ausdehnung des Glases, da häufig die Masse an den Boden sich setzt und dieser trocken bleibt, es zum Bersten bringt. Man setze daher den Kolben in kaltes Wasser und fülle ihn dann, wodurch dieser Erwärmung vorgebeugt wird. Den Satz spült man nach und nach heraus und dampft denselben in einer Abdampfschale (8) bis zum dicken Brei ein; diesen giebt man in einen Schmelztiegel, den man im Ofen glüht. Die schwarze Masse wird weiß oder doch grau; wird sie stellenweise braunroth, so ist das MnO_2 mit Eisen verfälscht gewesen, das durch's Behandeln mit SO_3, HO schwefelsaures Eisenoxydul, durch's Glühen Eisenoxyd geworden ist. Den Tiegel entleere man in eine Schale mit Wasser und lasse sich lösen, gieße dann das blaßrosenroth gefärbte Wasser vom Bodensatz, filtrire, dampfe ab, bis sich eine Haut über der Lösung zeigt, Krystallhaut. Läßt man nun erkalten und ruhig stehen, so bilden sich schöne, blaßrosenrothe Krystalle, schwefelsaures Manganoxydul, MnO, SO_3 *).

---

*) Ist die Verunreinigung des MnO_2 stark, namentlich durch Eisen, so träufelt man in einen Theil der gewonnenen Lösung eine Lösung von kohlensaurem Natron,

Unter Nr. 17, 18, 19 wurde eine Sauerstoffverbindung auf eine von geringerem Sauerstoffgehalt gebracht, eine Oxydationsstufe auf eine niedrigere zurückgeführt, der Körper wurde desoxydirt, d. h. von O theilweise befreit; unter Nr. 1 und 16 wurde ein Körper ganz von O befreit. Man nennt diesen chemischen Vorgang, im Gegensatz zur Oxydation, eine Desoxydation, auch wohl Reduction; den letzten Ausdruck gebraucht man vorzugsweise bei den Metallen, wie in Nr. 1, wo das Hg ein reducirtes Metall heißt. 20

Uebergießt man frische Blätter, am besten von dickblätterigen Pflanzen, etwa von Hauslauch, mit Brunnenwasser und setzt sie dem Sonnenlichte aus, so entwickelt sich ebenfalls O, der in kleinen Bläschen die Blätter bedeckt und endlich, sich losreißend, an die Oberfläche des Wassers steigt. Will man so etwas O sammeln, so verkorkt man die Röhre eines Glastrichters, füllt ihn mit Wasser, bringt die Blätter hinein und schiebt unter Wasser einen Teller unter, wie in Nr. 8. 21

Wenn man viel Gas zu entwickeln und zu gebrauchen hat, ist es bequem, sich eines besonderen Auffangegefäßes zu bedienen, das man pneumatische Wanne nennt und dessen Beschreibung im Anhange folgt (13). Das Gas sammelt man statt in Flaschen auch in größeren Behältern, Gasometern, deren Beschreibung im Anhang folgt. (9) 22

Um zu nachstehenden Versuchen O in eine Blase, etwa eine Schweinsblase, zu bringen, verfahre man, wie folgt: 23

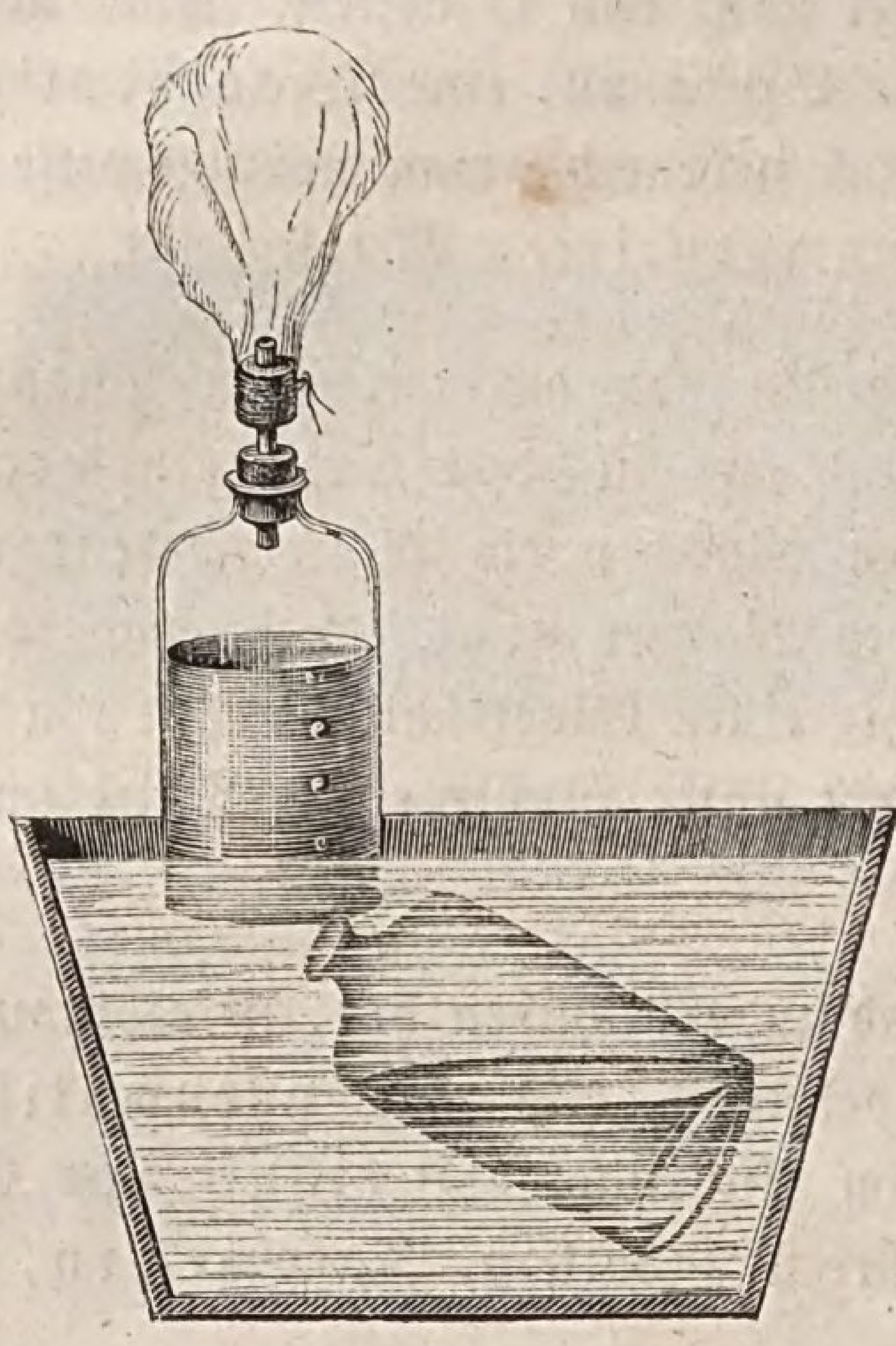
Aus einer etwas dickwandigen Glasröhre, etwa einem Stück enger Barometerröhre, mache man sich eine etwa 3 Zoll lange Röhre mit Spitze und feiner Oeffnung, und eine gleichlange Röhre, deren scharfkantige Enden man etwas rund schmilzt. Dann durchbohre man zwei Korke so, daß beide Röhren hineinpassen. Den einen derselben binde man in die etwas angefeuchtete Oeffnung der Blase, der andere schließt die Halsöffnung einer Flasche, deren Boden man abgesprengt hat (Glockenflasche). Nun setzt man in letzteren Kork das eine Ende der Röhre ohne Spitze ein und schiebt auf's andere Ende den Kork mit der Blase, entleert dieselbe möglichst von Luft und füllt die Flasche mit Wasser, indem man den abgesprengten Rand nach oben dreht, in einem größeren Gefäß. Zieht man jetzt die Flasche soweit aus dem Wasser, daß der Rand noch unter der Oberfläche bleibt, so strömt noch alle in der Blase enthaltene Luft in den oberen Raum der Glockenflasche; durch Umdrehen derselben, während man die Oeffnung der Röhre mit der Blase selbst durch den Finger

---

der bekannten Soda; es entsteht dann ein gelbgefärbter Niederschlag; man setzt Soda zu, so lange noch ein Niederschlag entsteht. Derselbe besteht aus kohlensaurem Manganoxydul und kohlensaurem Eisenoxydul, er wird auf einem Filter gesammelt, gewaschen durch oft darauf gegossenes Wasser, und dann mit dem andern Theil des MnO, SO_3 gekocht. Wird dann wieder filtrirt, so zeigt die durchlaufende Lösung von MnO, SO_3 die schöne, blaßrothe Farbe, die diesem Salze eigen ist.

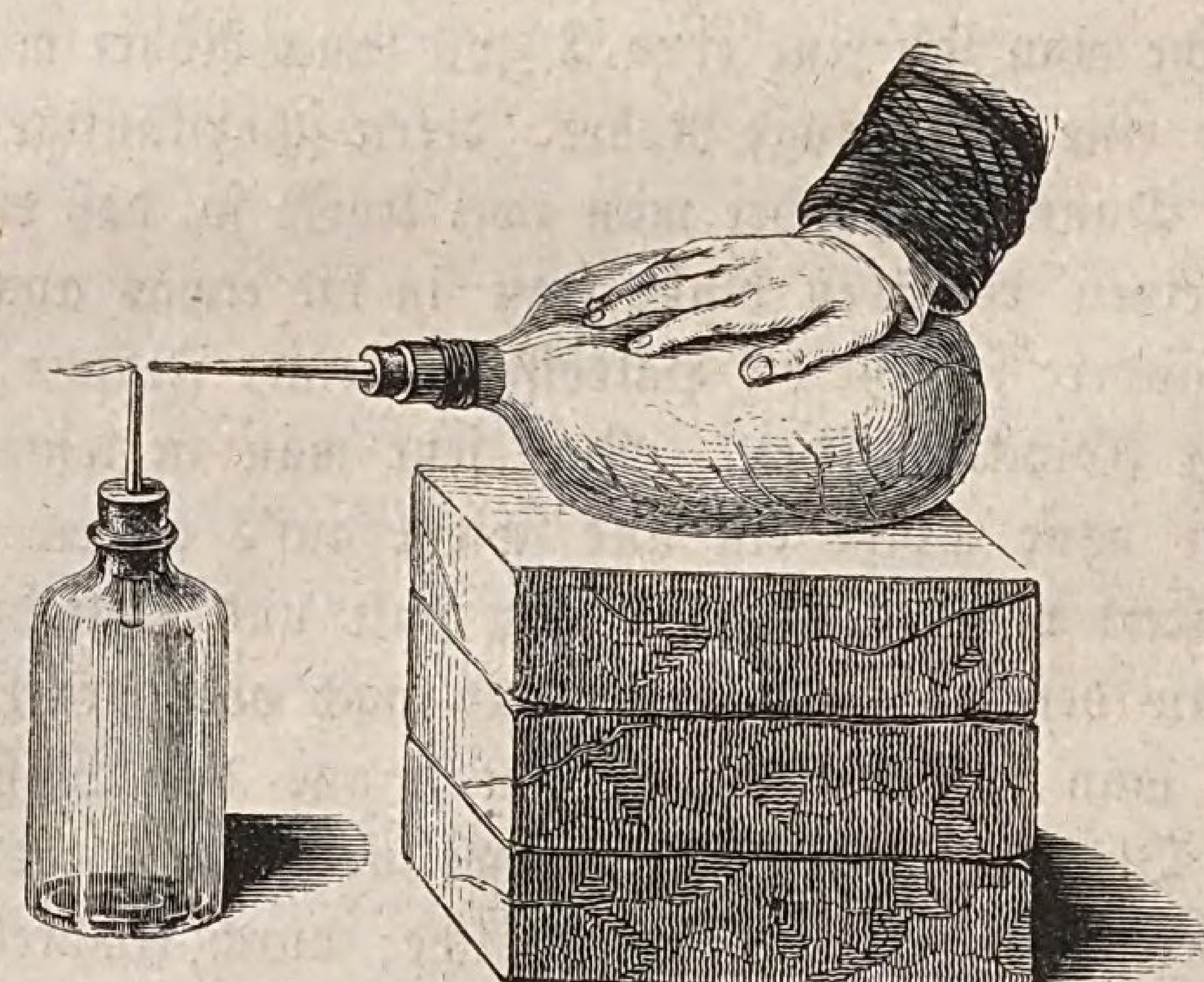
schließt, kann man fast alle Luft wegschaffen. Hält man dann die Mündung einer mit O gefüllten Flasche innerhalb des Randes der Glockenflasche (Fig. 6),

Fig. 6.



so steigt O in Blasen in diese und durch die Glasröhre in die Blase, was durch tieferes Eintauchen der Glockenflasche in das Wasser vermöge des Druckes, den dasselbe ausübt, beschleunigt werden kann. So macht man fort, bis die Blase gefüllt ist. Während man die Oeffnung der Blase unter Wasser hält, zieht man die Glockenflasche und Röhre heraus und setzt dafür die Spitzröhre ein. Legt man die Blase auf den Tisch und drückt darauf, so entweicht O. Leitet man den Strom des O durch eine kleine Spiritusflamme (Fig. 7), so daß die Spitze der Glasröhre etwas in die Flamme taucht, in einem kleinen Abstande über dem Ende des Dochtes, so entsteht eine Flamme, die eine sehr große Hitze entwickelt. Hält man in derselben,

Fig. 7.



an der Spitze des sich bildenden blauen inneren Flammenkegels einen Eisendraht oder eine schmale Uhrfeder, so wird das Metall rasch glühend und verbrennt mit dem schönsten Funkensprühen. Ein Draht von Platina, einem Metalle, das im stärksten Ofenfeuer nicht schmilzt, schmilzt an der Spitze leicht zur Kugel unter Funkensprühen. Bohrt man ein etwas weites Loch in eine Holzkohle, füllt dasselbe mit Eisenfeile und setzt es dieser Flamme aus, so ent-

steht eine schöne Funkenfontäne. Ein Stückchen Zink, auf Kohle in die Flamme gehalten, verbrennt mit schön weißem Lichte zu weißem Zinkoxyd; Kupfer mit grünlichem Licht. Hält man die Spitze eines kleinen Kegels von Kreide in die Flamme, so wird er glühend und strahlt ein blendend weißes Licht aus, das man Sideriallicht, oder Kalklicht von Drummond genannt, und zur Beleuchtung von Mikroskopen, als Signallicht rc. angewandt hat.

Da man gewöhnlich der Kosten wegen nur auf eine der oben angegebenen 24
Weisen O in größerer Menge entwickelt, und man doch alle Entwickelungsarten gern durchnehmen möchte, so ist es angemessen, die Versuche im Kleinen nachzumachen, wie folgt: Man schließe 2 bis 3 Zoll lange, im Lichten 2 bis 3 Linien weite Glasröhren am einen Ende durch Zuschmelzen, und lege zum Halten um jede derselben einen Draht. Legt man nun etwas HgO, KO, ClO_5 rc. in die Röhren und erhitzt über der Spirituslampe, so entwickelt sich O, wie man leicht dadurch nachweisen kann, daß man ein glimmendes Hölzchen oder einen enggefalteten, an einem Ende glimmenden Fidibus durch's offene Ende einführt; das Holz oder Papier wird sich entzünden und mit Flamme brennen.

Der O macht einen wesentlichen Bestandtheil der atmosphärischen Luft 25
aus, 23 Proc. Er dient zur Ernährung alles organischen Lebens auf der Erde, weshalb man ihn früher auch Lebensluft nannte. Blut färbt er höher roth, eine Veränderung, die im thierischen Körper in den Lungen ebenfalls vor sich geht, wogegen CO_2 ausgeathmet wird; Venenblut, schwärzlich, gelangt in den Lungen mit dem O der atmosphärischen Luft in Berührung und tritt als rothes Blut in die Arterien. — Sperrt man ein Thier in ein Gefäß mit O, so daß es beständig O athmet, so stirbt es bald; ein Kaninchen starb nach 6 bis 10 Stunden; alles Blut war hochroth gefärbt, und das Herz blieb nach dem Aufhören des Athmens noch in heftiger Bewegung; die Lunge war in einem entzündlichen Zustande. Es ist daher die Verdünnung des O in der atmosphärischen Luft durch 77 Proc. Stickgas zu unserem Leben nöthig.

Der O tritt noch in einem anderen Zustande auf, indem er eine viel größere Verwandtschaft zu vielen Körpern zeigt; man hat ihn, wenn er so auftritt, Ozon genannt, weil er dann eigenthümlich riecht (von dem griechischen Worte ozo, ich rieche). — Näheres findet sich in Nr. 273.

O wurde 1774 von Priestley und Scheele entdeckt.

Die Oxydationsstufen des Metalls Mangan, das in seinen Eigenschaften 26
dem Eisen nahesteht und von dem wir schon drei Oxydationsstufen haben kennen lernen, sind folgende:

Manganoxydul,	MnO,	besteht	aus	100	Thln.	Metall	und	28,91	Theilen O
Manganoxyd,	Mn_2O_3,	»	»	100	»	»	»	43,37	» O
Mangansuperoxyd,	MnO_2,	»	»	100	»	»	»	57,82	» O
Mangansäure,	MnO_3,	»	»	100	»	»	»	86,74	» O
Übermangansäure,	Mn_2O_7,	»	»	100	»	»	»	101,18	» O

Hier verhält sich das Gewicht derselben Menge des Metalls zu dem Gewichte des O, wie

$$\begin{array}{ccccccccc} 28{,}91 & : & 43{,}37 & : & 57{,}82 & : & 86{,}74 & : & 101{,}18 \quad \text{oder} \\ 1 & : & 1^1/_2 & : & 2 & : & 3 & : & 3^1/_2 \\ 2 & : & 3 & : & 4 & : & 6 & : & 7 \end{array}$$

In ähnlichen einfachen Verhältnissen verbindet sich der O auch mit anderen Körpern; überhaupt verbinden sich die Körper unter einander in bestimmten unveränderlichen Gewichtsmengen, die wir ja Atome nennen; im KO sind immer 100 Pfund, Loth 2c. Kalium mit ungefähr $20^1/_2$ Pfd., Loth 2c. Sauerstoff verbunden. Wie man beim specifischen Gewichte das Gewicht eines bestimmten Wasservolumens = 1 setzt und nun das Gewicht eines gleichen Volumen jedes anderen Körpers in einer Zahl bestimmt, die also angiebt, wie vielmal so schwer (oder leicht) als Wasser ein gleiches Volumen des Körpers ist, so setzt man auch das Gewicht des Sauerstoffatoms = 100, und giebt darnach das Gewicht eines Atoms der anderen Elemente an.

Haben wir z. B. durch die Entwickelung des O aus HgO gefunden, daß in 100 Gewichtstheilen HgO 7,4 Gewichtstheile O, also 92,6 Hg enthalten sind, und wollen wir wissen, wie viel das Atomgewicht des Hg ist, wenn O = 100 gesetzt wird, so haben wir:

$$7{,}4\ \text{O} : 92{,}6\ \text{Hg} = 100\ \text{O} : \text{x Hg};\ \text{x} = \frac{92600}{74} = 1251{,}3;$$

wiegt also 1 At. O 100 Loth, Pfund 2c., so wiegt 1 At. Hg 1251,3 Loth, Pfund 2c. Werden also die zusammengesetzten Körper in ihre Bestandtheile zerlegt, diese ihrem Gewichte nach bestimmt und auf 100 O reducirt, nach eben angeführtem Beispiel, so erhalten wir eine Tabelle, wie sie am Eingange dieses Buches aufgestellt sich findet, in welcher die so gewonnenen Verhältnißzahlen oder relativen Gewichtsmengen angegeben sind, in denen sich die 62 Elemente unter einander verbinden, wenn sie sich überhaupt chemisch vereinigen. Man nennt diese Zahlen Mischungs- oder Atomgewichte. Man nennt sie auch wohl chemische Aequivalente, weil je zwei der Elemente sich dem Gewichte nach im Verhältniß dieser Zahlen vertreten, gleichwerthig, äquivalent sind, d. h. 100 O verbinden sich mit 1250 Hg (siehe die Tabelle) zu HgO; entsteht aber eine Verbindung mit S und Hg, so verbinden sich 1250 Hg oder das Vielfache dieser Zahl mit 200 S, oder mit dem Vielfachen dieser Zahl; 100 O sind also 200 S äquivalent in Bezug auf 1250 Hg.

Der Theil der Chemie, der die Atomgewichte finden und gebrauchen lehrt, heißt Stöchiometrie.

27 Die durch Vereinigung der Elemente entstandenen Verbindungen vereinigen sich mit den Elementen oder Verbindungen nach den Atomgewichten, wobei das Atomgewicht eines zusammengesetzten Körpers gleich der Summe der Atomgewichte oder Aequivalente seiner Bestandtheile ist.

$$\begin{array}{l} Hg = 1250 \\ O \ = \ \ 100 \\ \hline 1350 \end{array}$$

1350 ist das Aequivalent des Quecksilberoxyds.

Wie viel beträgt das Mischungsgewicht der CO_2? des KO? des Fe_2O_3? der SO_2? der PO_5? des CaO? des MnO_2? des MnO? das Atomgewicht der SO_3, HO?

$$\begin{array}{ccc} S = 200 & H = \ 12{,}48 & SO_3 = 500{,}00 \\ 3\,O = 300 & O = 100 & HO = 112{,}48 \\ \hline SO_3 = 500 & HO = 112{,}48 & SO_3, HO = 612{,}48 \end{array}$$

Das Atomgewicht des KO, SO_3? des KO, PO_5? des CaO, CO_2? des KO, ClO_5? des $KO, 2\,CrO_3$? des KO, SO_3? des MnO, SO_3?

Aufgabe 1: Wie viel Procent O und Hg ist im HgO enthalten? oder: Wie viel O und Hg sind in 100 HgO enthalten?

Auflösung:
$$\overset{HgO}{1350} : \overset{O}{100} = \overset{HgO}{100} : \overset{O}{x}$$

$$x = \frac{10000}{1350} = 7{,}4 \text{ O, also}$$
$$\begin{array}{r} 92{,}6\,Hg \\ \hline 100\ \ HgO \end{array}$$

Dieselbe Aufgabe zu lösen für CO_2, KO, Fe_2O_3, CaO, MnO_2, MnO.

Aufgabe 2: a. Wie viel Loth O erhalten wir aus 5 Loth HgO?
b. Wie viel Hg?

Auflösung: a.
$$\overset{HgO}{1350} : \overset{O}{100} = \overset{HgO}{5 \text{ Loth}} : \overset{O}{x \text{ Loth}}$$

$$x = \frac{500}{1350} = 0{,}37 \text{ Loth O;}$$

b. also 5 — 0,37 = 4,63 Loth Hg.

Aufgabe 3: Wie viel Kubikfuß, Kubikzoll O betragen diese 0,37 Loth?

Auflösung: Das specif. Gew. des O = 1,1056 (atmosph. Luft = 1); 1 Kubikfuß atmosphärische Luft wiegt 2,75 Loth, also 1 Kubikfuß O = 1,1056 $\times$ 2,75 = 3,0404 Loth = 729,7 Gran (1 Loth = 240 Gran), also erhalten wir $\frac{0{,}37}{3{,}04}$ = 0,1217 Kubikfuß O, oder 0,1217 $\times$ 1728 = 210,3 Kubikzoll.

Aufgabe 4: Wie viel Zehn-Unzenflaschen, d. h. Flaschen, deren jede 10 Unzen Wasser faßt, können wir mit diesen 210,3 Kubikzoll O füllen?

Auflösung: Ein Kubikzoll Wasser wiegt (bei 18° C.) $1^2/_9$ = 1,222 Loth. 1 Unze = 2 Loth, also enthält eine Flasche 20 Loth Wasser, also ist der Inhalt jeder Flasche = $\frac{20}{1{,}222}$ = 16,37 Kubikzoll; da wir nun 210,3 Ku-

bikzoll Gas erhalten, so können wir $\frac{210,3}{16,37} = 12,8$, also fast 13 Flaschen füllen.

Aufgabe 5: Wir haben sechs Zehn-Unzenflaschen gefüllt; wie viel HgO ist angewandt worden? Antwort: 2,33 Loth HgO.

Aufgabe 6: Wie viel O ist erforderlich, um 80 Gran S in SO_2 zu verwandeln? Antwort: 80 Gran O; es entstehen 160 Gran SO_2.

Aufgabe 7: Wie viel Loth O werden aus 6 Loth KO, ClO_5 gewonnen? Wie viel Loth Chlorkalium bleibt?

Auflösung:

Atomgewicht des Cl = 443,2
5 O = 500
ClO_5 = 943,2

Atomgewicht des Kalium = 489,3
O = 100
KO = 589,3
ClO_5 = 943,2
KO, ClO_5 = 1532,5

$$\begin{matrix} KO,ClO_5 & 6\,O & KO,ClO_5 & O \\ 1532,5 & : 600 & = 6 \text{ Loth} & : x \end{matrix}$$

$$x = \frac{36000}{15325} = 2,35 \text{ Loth O und } 6 - 2,35 = 3,65 \text{ Loth KCl.}$$

Aufgabe 8: a. Wie viel Kubikzoll machen diese 2,35 Loth O aus?

Antwort: 1336 Kubikzoll;

b. Wie viel Zwölf-Unzenflaschen können damit gefüllt werden?

Antwort: 68 Flaschen.

Aufgabe 9: Ein Gasometer in Cylinderform, dessen Bodenfläche 8 Zoll Durchmesser und dessen Höhe 10 Zoll beträgt, soll mit O gefüllt werden; wie viel KO, ClO_5 ist erforderlich?

Auflösung: Der Inhalt des Gasometers $= 4^2 \times 3,14 \times 10 = 502,4$ Kubikzoll. 1 Kubikzoll O = 0,00176 Loth; also wiegen 502,4 Kubikzoll O = 0,8843 Loth.

$$\begin{matrix} O & KO,ClO_5 & O & KO,ClO_5 \\ 600 & : 1532,5 & = 0,8843 \text{ Loth} & : x \text{ Loth} \end{matrix}$$

$$x = \frac{1532,5 \times 0,8843}{600} = 2,25 \text{ Loth } KO, ClO_5.$$

Aufgabe 10: a. Wie viel Loth SO_3, HO sind erforderlich, um 8 Loth $KO, 2\,CrO_3$ zu zersetzen? b. Wie viel O erhalten wir?

Auflösung:

Atomgew. des KO = 589,3
» » $2\,CrO_3$ = 1257,0
$KO, 2\,CrO_3$ = 1846,3

Atomgew. des Cr = 328,5
3 O = 300
CrO_3 = 628,5
$2\,CrO_3$ = 1257,0

Zur Zersetzung sind 4(SO_3 HO) erforderlich (s. Nr. 17):

$$\begin{array}{ll} \text{Atomgewicht des } S = 200 & H = 12{,}48 \\ 3\,O = 300 & O = 100 \\ \hline SO_3 = 500 & HO = 112{,}48 \\ & SO_3 = 500 \\ \hline & SO_3,HO = 612{,}48 \\ \hline & 4\,(SO_3,HO) = 2449{,}92 \end{array}$$

$$1846{,}3 : 2449{,}9 = 8 \text{ Loth} : x \text{ Loth}$$

$$x = \frac{2449{,}9 \times 8}{1846{,}3} = 10{,}6 \text{ Loth } SO_3,HO.$$

Entwickelt werden 3 O, also

$$1846{,}3 : 300 = 8 \text{ Loth} : x \text{ Loth}$$

$$x = \frac{300\,.\,8}{1846{,}3} = 1{,}3 \text{ Loth O werden frei.}$$

Aufgabe 11: Wie viel Loth KO, 2 CrO_2 sind erforderlich, um das unter Aufgabe 9 angegebene Gasometer zu füllen? Antwort: 5,4 Loth.

Aufgabe 12: Wie viel Loth O enthält 1 Pfund MnO_2?

Antwort: 11,7 Loth.

Aufgabe 13: a. Wie viel Loth O erhalten wir aus 1 Pfund MnO_2, mit SO_3,HO erhitzt? b. Wie viel SO_3,HO ist zu nehmen? c. Wie viel Loth MnO, SO_3 in Krystallen erhalten wir, die 4 HO enthalten?

Auflösung: a. Es wird 1 At. O frei (s. Nr. 19); MnO_2 = 544,7.

$$\begin{array}{ccccccc} MnO_2 & & O & & MnO_2 & & O \\ 544{,}7 & : & 100 & = & 32 \text{ Loth} & : & x \text{ Loth} \qquad x = 5{,}8 \text{ Loth O.} \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} MnO_2 & & SO_3,HO \\ \text{b. } 544{,}7 & : & 612{,}5 = 32 : x \qquad x = 36 \text{ Loth } SO_3,HO. \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{c. } Mn = 344{,}7 \\ O = 100 \\ \hline MnO = 444{,}7 \\ SO_3 = 500{,}0 \\ 4\,HO = 449{,}9 \\ \hline 1394{,}6 \qquad 544{,}7 : 1394{,}6 = 32 : x = 82 \text{ Lth.} = 2 \text{ Pfd. } 18 \text{ Lth.} \end{array}$$

Fragen und Aufgaben zu schriftlicher Ausarbeitung:

a. Aufzählung der Eigenschaften des Sauerstoffs. b. Was ist ein Element? c. Was ein zusammengesetzter Körper? Nenne Beispiele! d. Was ist Affinität? e. Was eine chemische Verbindung? f. Was ein Atom? g. Wann heißt ein Körper oxydirt? h. Wann findet eine Oxydation Statt? Nenne

Beispiele! i. Welche von den Körpern, die bis jetzt vorgekommen sind, liefern bei ihrer Oxydation eine Säure? Welcher eine Säure und ein Oxyd? Welcher ein Oxyd-Oxydul? k. Welche Eigenschaften kommen den Säuren zu? Welche den löslichen Oxyden? l. Was ist ein Salz? m. Wann entsteht ein Salz? n. Wie erkennt man die Kohlensäure? o. Aus welchem Oxyde kann man O machen? p. Aus welchem Superoxyde und aus welchem Salze kann man O bereiten? q. Welche Salze nennt man basische, neutrale, saure? r. Warum bewahrt man Na und K unter Steinöl auf?

II. Wasserstoff, Hydrogenium, H.

28 Man schmelze in der Spiritusflamme ein Stückchen Zinn, Blei oder Wismuth in einer unten zugeblasenen Glasröhre; werfe dann zu dem geschmolzenen Metall ein Stückchen Kalium, vorher von anhängendem Steinöl, worunter es ja aufbewahrt wird, durch Fließpapier gereinigt; beide Metalle verbinden sich rasch, legiren sich, bilden eine Legirung, wie die Verbindung zweier oder mehrerer Metalle genannt wird, mit Ausnahme des Quecksilbers, das sich, wie man sich ausdrückt, mit anderen Metallen amalgamirt, ein Amalgam bildet, Amalgamation. Das Ende der Röhre zerbreche man, um das Metall herauszunehmen. Nun fülle man ein Probirglas mit Wasser und bringe es in eine Schale mit Wasser, so daß es mit der Oeffnung eintaucht (s. Nr. 1) und gefüllt bleibt. Legt man nun unter das Probirglas die Kaliumlegirung unter Wasser in die Schale, so sieht man bald Gasbläschen von derselben aufsteigen und im Probirglase sich sammeln. Dieses Gas ist Wasserstoffgas, H.

Wasser besteht aus 1 Volumen O und 2 Volumina H; das K, dessen Affinität zum O sehr groß ist, entzieht dem Wasser den O und macht H frei. Das entstehende KO löst sich im Wasser, das in Folge des Gehaltes dieser Base rothes Lackmuspapier bläut. Das Metall, mit dem das K legirt war, bleibt in schwammigem Zustande zurück. Wollte man das K rein in's Wasser bringen, so würde es sich augenblicklich entzünden und als roth brennende Kugel darauf herumfahren, weshalb man es auch mit einem anderen Metalle legirt. Das Natrium, Na, hingegen kann man allein anwenden, indem es sich nicht entzündet; man drückt ein Stückchen an einen Draht und taucht es schnell unter die Oeffnung des Probirglases; es löst sich dann vom Drahte, steigt in das Probirglas (da es leichter als Wasser ist) und entwickelt, hin und her fahrend, sehr rasch H, das bald das Glas füllt. Es entsteht dann Na O, das sich ebenfalls im Wasser löst. Die Art der Verwandtschaft, wo ein zu einer Verbindung, Wasser, gebrachter Stoff, Na, sich mit einem Bestandtheile, O, verbindet, und den andern, H, frei macht, nennt man einfache Wahlverwandtschaft.

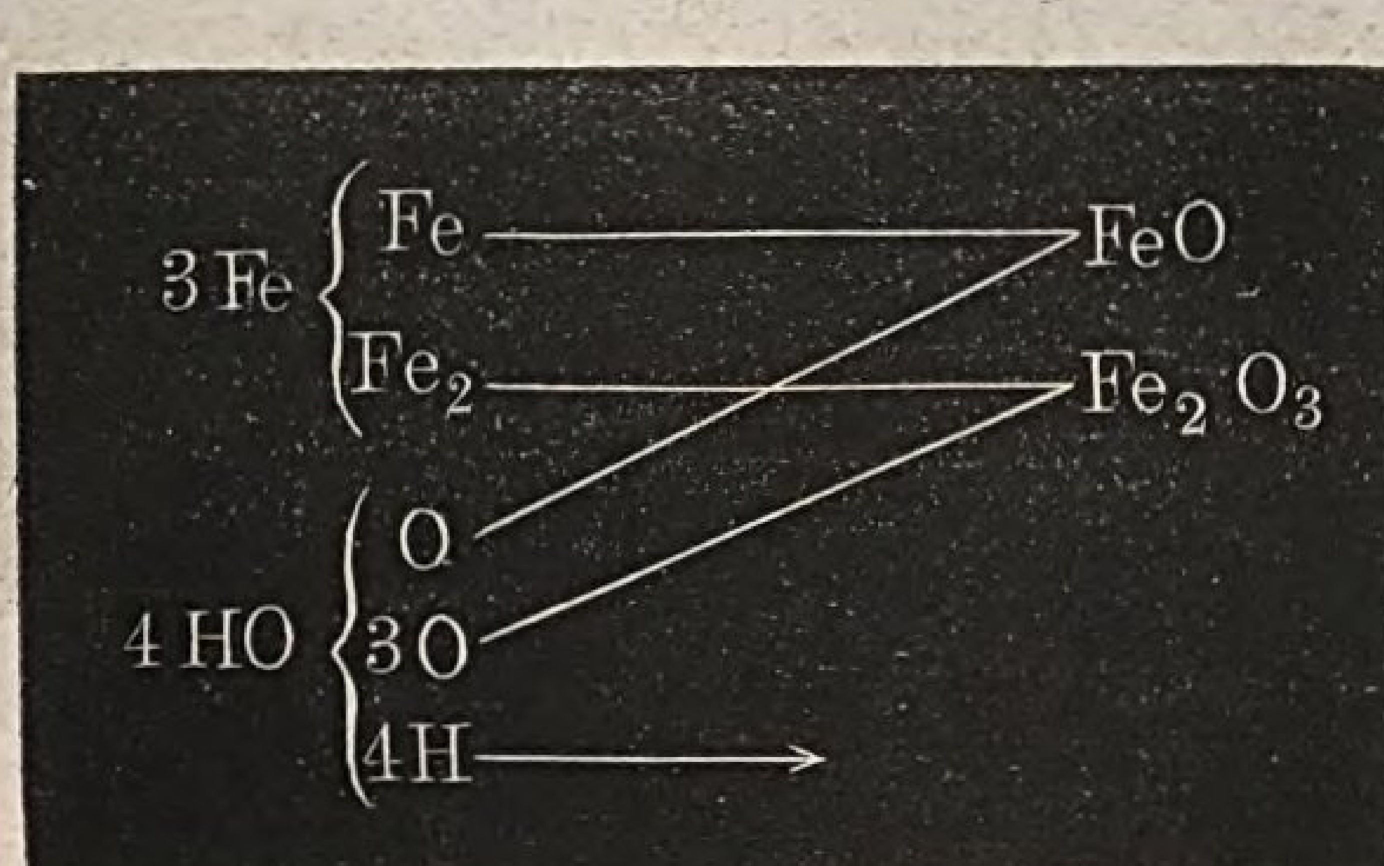
Das Wasserstoffgas ist farb- und geruchlos.

Nimmt man das Probirglas, durch den Finger verschlossen, aus dem Was- 29
ser und hält an die Oeffnung einen brennenden Spahn, so entzündet sich das Gas und brennt mit wenig leuchtender Flamme; H ist also ein brennbares Gas.

Wie die Physik lehrt, entwickelt sich am negativen Pol einer Volta'schen 30
Säule, deren Leitungsdrähte von Platin in mit etwas Schwefelsäure angesäuertes Wasser geleitet werden, H, am positiven Pole O; H ist also positiv-elektrisch, O negativ-electrisch. Um auch mit geringen Mitteln diese Zerlegung des Wassers zu zeigen, löthe man einen Kupferdraht an eine Kupfer- oder Messingplatte, etwa in Quadratform von 2 bis 3 Zoll Seite, und ebenso einen andern Kupferdraht an eine gleichgroße Zinkplatte.

Bringt man zwischen beide Platten ein mit verdünnter Schwefelsäure getränktes Stück Fließpapier oder Pappe, das etwas größer als die Platten ist, legt die Platten auf den Tisch und leitet die blanken Enden der Drähte in mit etwas Schwefelsäure angesäuertes Wasser, indem man mit dem Finger die Platten an einander drückt, so bedeckt sich der mit der Zinkplatte verbundene Draht mit vielen Bläschen, die man in einem Probirglase, das mit Wasser gefüllt über dem Drahtende steht, auffangen und als H erkennen kann. Der O wird hier nicht frei, sondern verbindet sich mit dem andern Drahte, der bald mit schwärzlicher Oxydhaut sich bedeckt. Nur mit größeren Apparaten und an Platindrähten läßt sich auch der O ausscheiden.

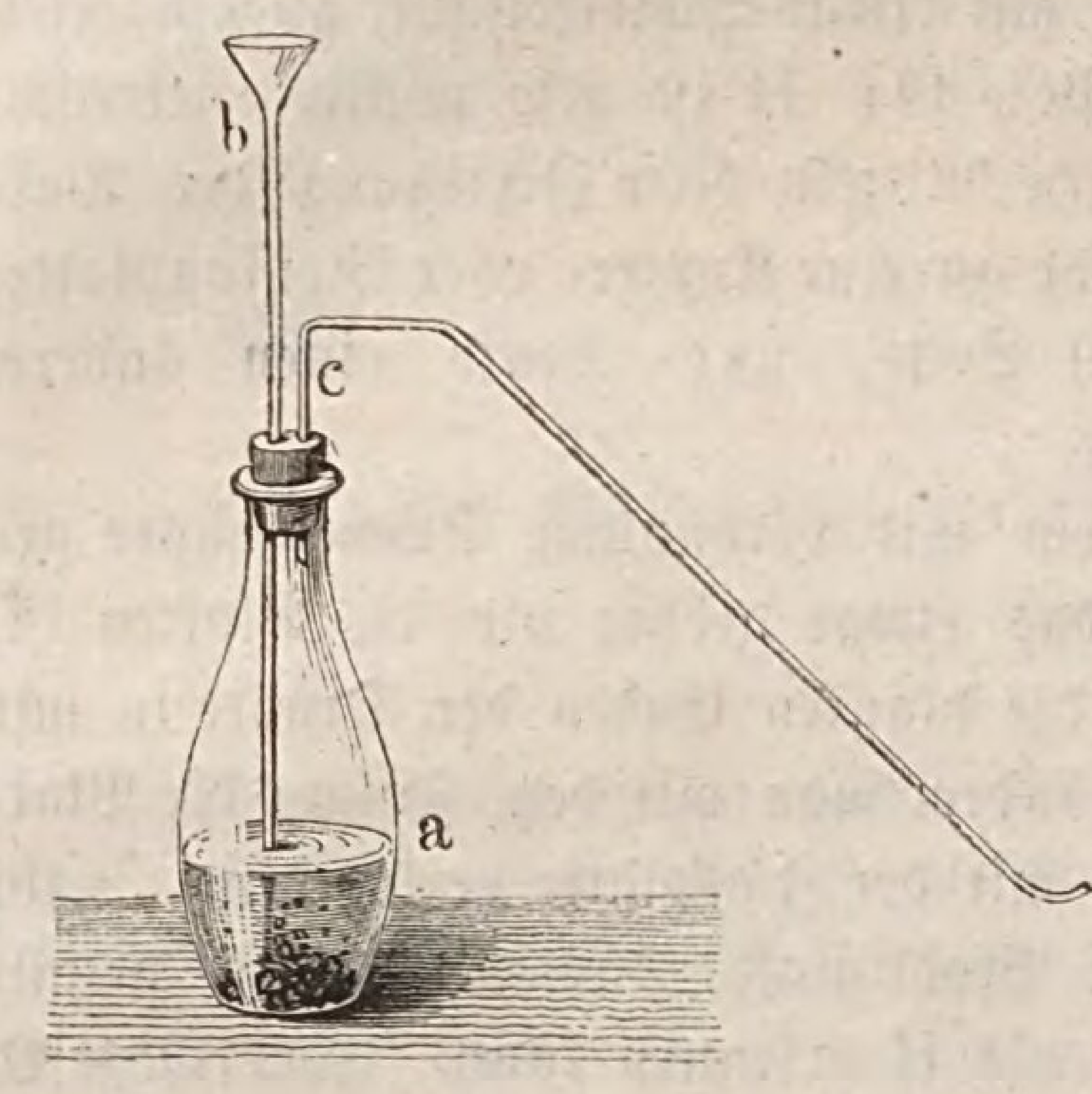
Das Eisen vermag in glühendem Zustande ebenfalls das H aus dem 31
Wasser, das in Dampfform über dasselbe geleitet wird, auszuscheiden. Zu diesem Behufe fülle man ein Porzellanrohr, oder einen Flintenlauf zum Theil mit Eisendrehspähnen, mit dünnen Eisenstiften oder spiralförmig aufgewundenem Draht, und schließe beide Enden mit Korken. Durch den einen Kork geht das Entbindungsrohr, durch den andern der Hals einer kleinen, halb mit Wasser gefüllten Retorte. Wird dann in einem Ofen zwischen glühenden Holzkohlen das Rohr da, wo die Drähte liegen, bis zum Weißglühen erhitzt und das Wasser in der Retorte durch eine Weingeistflamme zum Kochen gebracht, so daß Wasserdampf durch das Rohr streicht, so wird dieser zersetzt, der O verbindet sich mit dem Eisen zu Oxyd-Oxydul, das H geht durch das Entbindungsrohr und kann aufgefangen werden.



32 Gewöhnlich wird H dadurch gewonnen, daß man verdünnte SO_3, HO über Zink gießt.

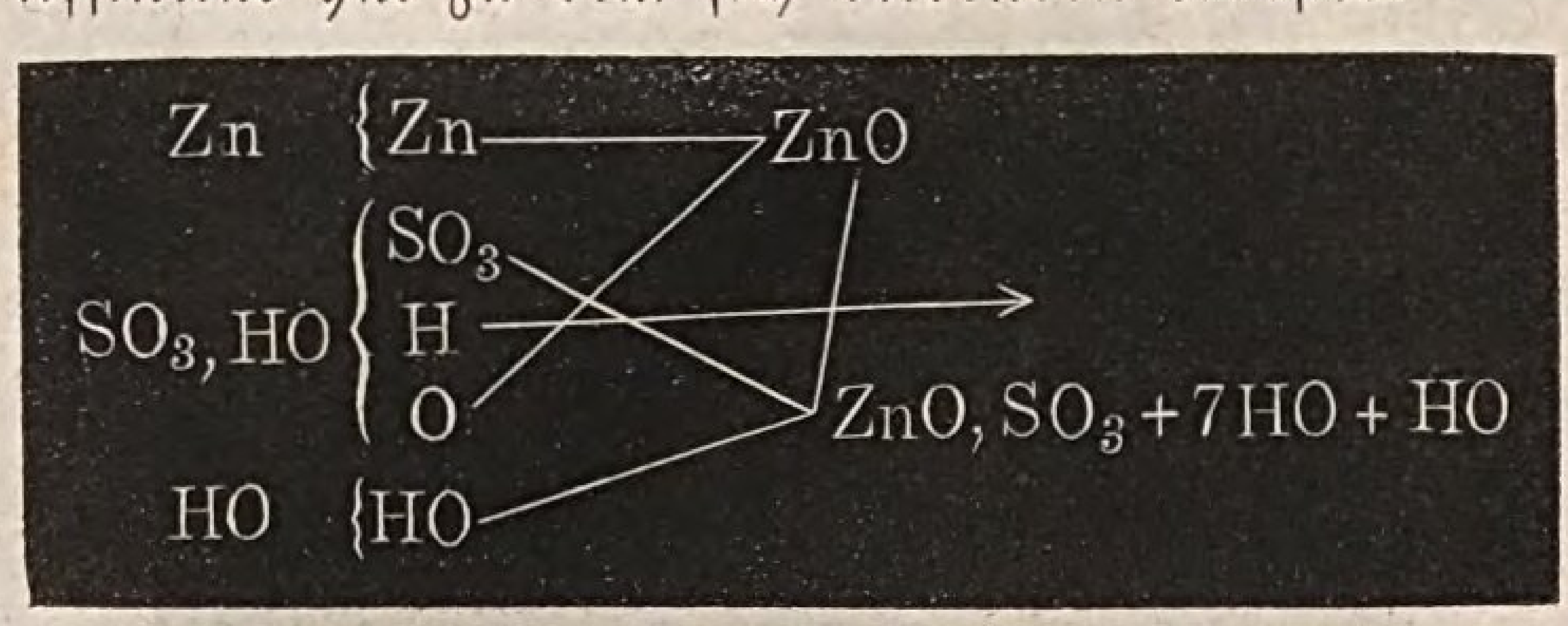
Einen zum Entwickeln des Gases geeigneten Apparat stellt man sich auf folgende Art dar: Eine Flasche *a* (Fig. 8), mit etwas weiter Oeffnung, schließt ein doppelt durchbohrter Kork. Durch die eine Durchbohrung geht eine Trichterröhre *b*, d. h. ein Rohr, das einen kleinen Trichter trägt; es reicht fast bis zum Boden der Flasche; durch die andere Durchbohrung geht das Entwickelungsrohr *c*. In die Flasche bringt man Stücke von Zinkblech, füllt etwa zu einem Drittel mit Wasser und schließt mit dem Kork; gießt man nun SO_3, HO durch die Trichterröhre zu, so entsteht bald eine kochende Bewegung in der Flüssigkeit, durch die Entwickelung des H veranlaßt, indem sie sich erwärmt, wodurch der Prozeß beschleunigt wird. Nachdem die Entwickelung einige Minuten gedauert hat, fängt man das Gas in Gläsern auf, wie es beim O geschah. Wollte man das Gas gleich auffangen, so würde man ein Gemenge von atmosphärischer Luft und H erhalten, das angezündet explodirt und die Gefäße zerschmettert; überhaupt hat man immer Vorsicht zu beobachten, wenn man mit H experimentirt.

Fig. 8.



Wird die Entwickelung schwächer, so gießt man SO_3, HO nach. Der O des Wassers verbindet sich hierbei mit dem Zink, Zn, und bildet Zinkoxyd, ZnO, eine Base, die wieder mit der SO_3, HO ein Salz bildet, ZnO, SO_3.

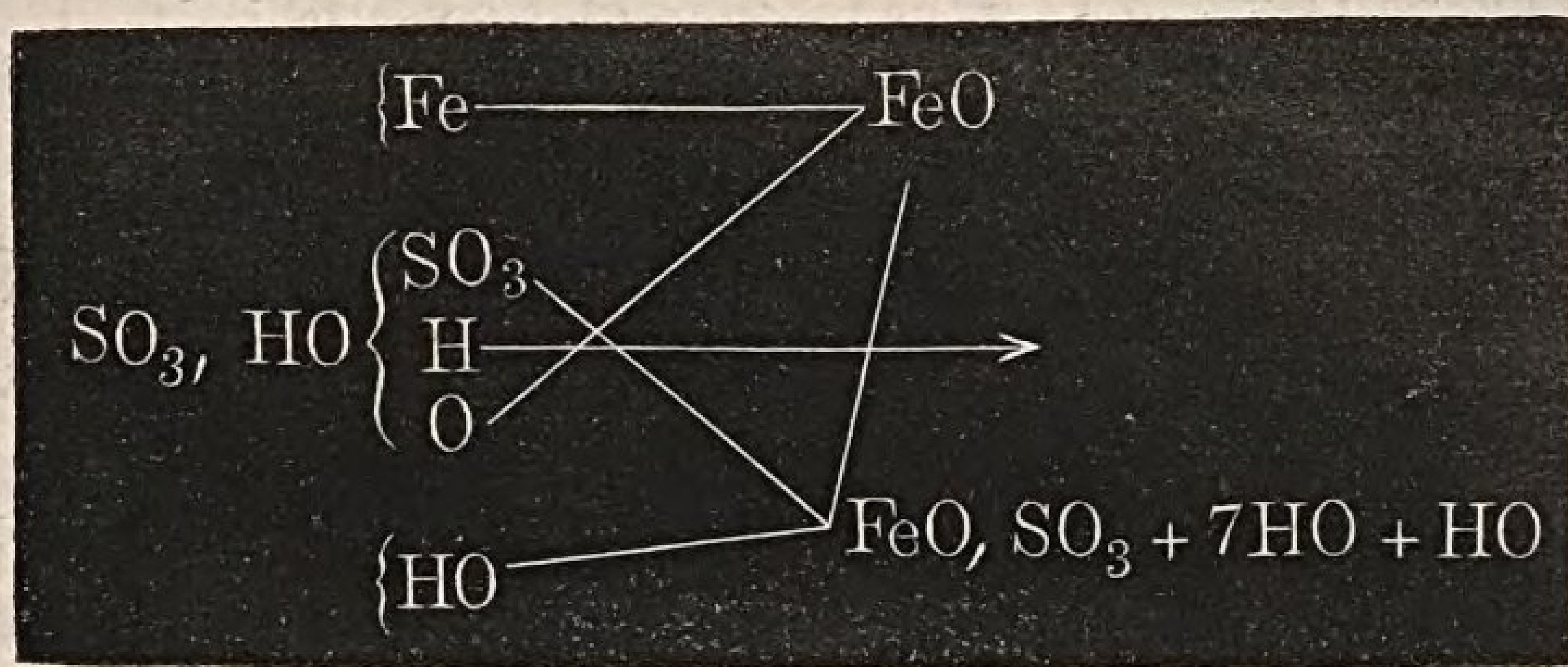
Zink, obgleich es große Verwandtschaft zum O hat, vermag das Wasser nicht in seine Bestandtheile zu zerlegen; die SO_3, HO aber hat große Verwandtschaft zum ZnO, und durch diese beiden Verwandtschaften ist Zn im Stande, dem Wasser den O zu entreißen. Diese Art Verwandtschaft, die rege gemacht wird durch einen dritten Körper, nennt man prädisponirende Verwandtschaft. Die Zersetzung tritt erst ein, wenn ein dritter Stoff vorhanden ist, der Affinität hat zu dem sich bildenden Körper.



In der Flasche bleibt eine Lösung von ZnO, SO_3, das man filtrirt, abdampft und krystallisiren läßt; es ist ein farbloses Salz, das mit 7 At. HO krystallisirt.

Das auf vorstehende Art entwickelte H hat einen unangenehmen Geruch, der von Beimengungen im Zink herrührt; auch enthält es eine flüchtige Ver-

bindung, aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehend, die übel riecht. Statt des Zinks kann man auch Eisen anwenden:



Man erhält dann als Rückstand ein Salz, das hellgrün ist, Eisenvitriol. Das so gewonnene Gas riecht noch weit unangenehmer, als das aus Zn entwickelte, besonders wenn man Gußeisen anwendet, weil Eisen so viel Kohlenstoff enthält, daß beim Filtriren der Lösung derselbe als schwarzes Pulver auf dem Filter bleibt; die übelriechende Verbindung bildet sich bei Gegenwart so vielen Kohlenstoffs reichlicher.

Man setzt in eine Glockenflasche einen Kork ein mit zu feiner Spitze aus- 33
gezogener Glasröhre; füllt dann, wie beim O angegeben, die Flasche mit Wasser, schließt die Oeffnung der Röhre mit dem Finger und läßt aus einer Flasche H in die Glockenflasche steigen. Drückt man dieselbe unter Wasser, den Finger von der Oeffnung entfernend, so strömt H heraus und zwar um desto rascher, je tiefer man eintaucht. Entzündet man das Gas, so brennt es an der Oeffnung mit kleiner, wenig leuchtender, aber große Hitze entwickelnder Flamme; sie ist farblos, wenn das Gas rein ist, sonst bläulich, grünlich, gelblich gefärbt.

Man nehme eine Glockenflasche von etwas dickem Glase, ganz vorgerichtet 34
und gefüllt wie im vorigen Versuche. Nachdem das Gas, angezündet, einige Zeit mit schwacher Flamme gebrannt hat, hebe man die Glocke aus dem Wasser; die Flamme wird dann mehrere Zoll hoch und erlischt nach einigen Augenblicken mit Knall, der aber der Flasche nicht schadet; zu größerer Sicherheit umwickele man sie mit einem Tuche. H ist leichter als atmosphärische Luft, weshalb letztere dasselbe auch gewaltsam aus der Glockenflasche zu treiben vermag; daher das Wachsen der Flamme. Die letzten Antheile des H bilden mit der atmosphärischen Luft ein Gasgemenge, das angezündet mit Knall verbrennt.

In den Kork der Flasche, Nr. 32, setze man statt des Entwickelungsrohrs ein Rohr ein, das in einem Knie aufwärts gebogen und in feiner Spitze ausgezogen ist. Nach begonnener Entwickelung des H warte man, bis man überzeugt sein darf, daß alle atmosphärische Luft durch das H aus dem Apparate verdrängt ist; umwickele dann noch Flasche und Röhre mit einem Tuche und zünde dann das aus der Spitze der Röhre strömende Gas an; im Falle einer Explosion schützt das Tuch den Experimentator vor den Glassplittern. Ueber die kleine Flamme stürzt man ein innen ganz trockenes Glas; dasselbe wird

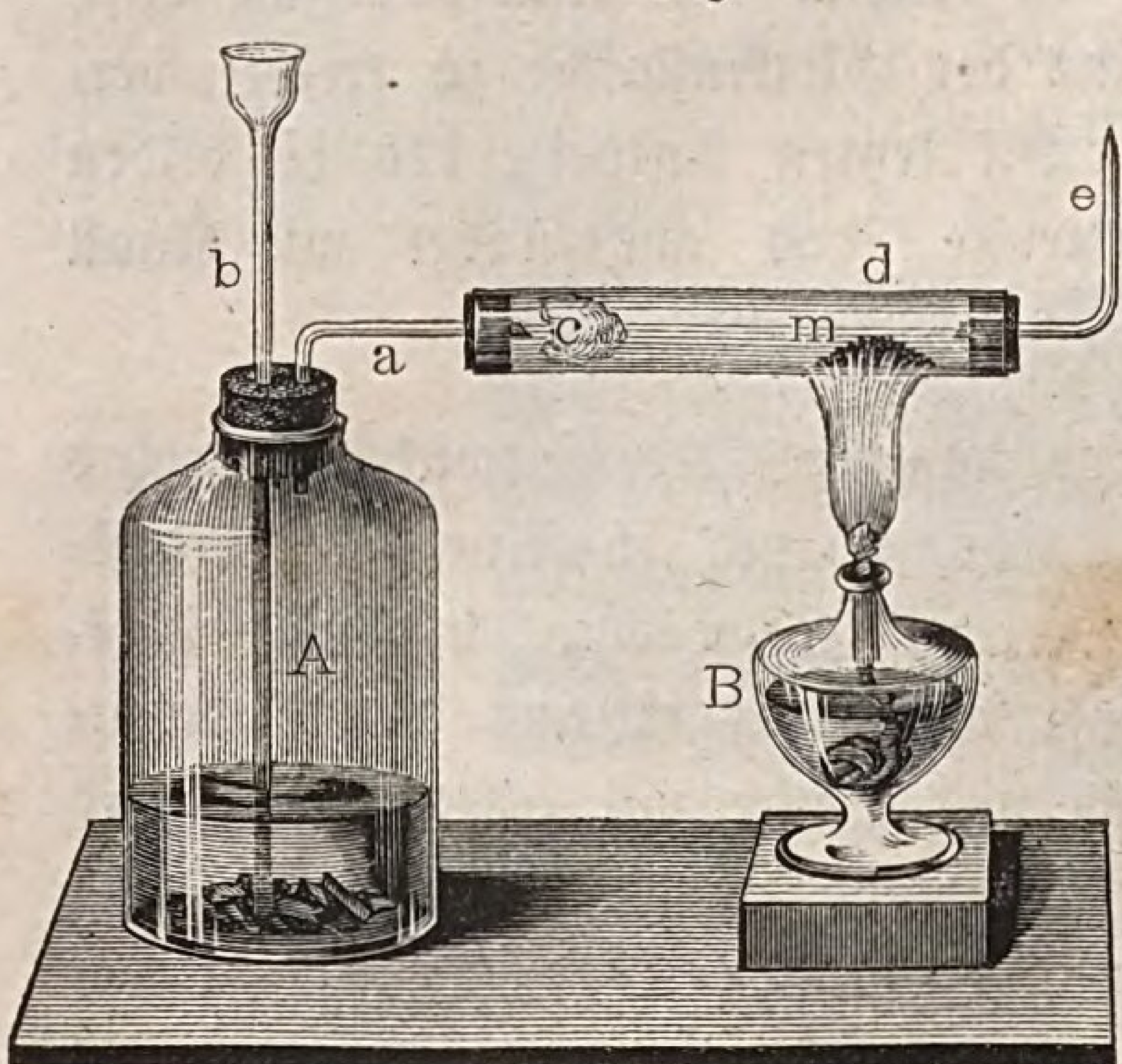
bald beschlagen, und endlich sieht man Tropfen, die man leicht für Wasser erkennt, an den Wänden herunterrieseln. Das brennende H verbindet sich mit dem O der atmosphärischen Luft zu Wasser; 2 Maaß H nehmen 1 Maaß O auf und verdichten sich zu 2 Maaß Wasserdampf, also um $1/3$ ihres früheren Volumens. Wegen seiner Eigenschaft, Wasser zu erzeugen, nennt man Wasserstoff Hydrogenium, Wassererzeuger, aus den griechischen Wörtern hydor, das Wasser, gennao, ich erzeuge.

36 Stürzt man eine Glasröhre, die $1/2$ bis 2 Zoll weit und 4 bis 8 Fuß lang ist, über die Röhre (im vorigen Paragraph), so daß die Flamme innerhalb der Röhre brennt, und senkt die Röhre langsam tiefer, so entsteht ein je nach der Weite und Länge der Röhre und der Länge der Flamme tieferer oder höherer heulender Ton; brennt die Flamme groß, so nehme man eine weite Röhre, eine engere bei kleiner Flamme. Sobald das Tönen beginnt, verlängert sich die Flamme und wird lang und spitz; je nachdem die Röhre tiefer oder höher gehalten wird, wird der Ton etwas tiefer oder höher. Diese Erscheinung, die man chemische Harmonika genannt hat, rührt von so schnell nach einander erfolgenden kleinen Explosionen her, daß ein zusammenhängender Ton entsteht. Das Experiment gelingt auch, wenn die Röhre oben geschlossen ist; die Wanddicke thut zur Sache nichts.

37 Hält man in das aus der Röhre strömende Gas (ohne es zu entzünden) fein zertheiltes Platinmetall, Platinschwamm (wie er in der bekannten Döbereiner'schen Feuermaschine gebraucht wird), so wird der Platinschwamm glühend und entzündet das Gas. Pt (Platin) vermag in fein zertheiltem, porösem Zustande mit großer Kraft den O der atmosphärischen Luft in seinen Poren zu verdichten; H bildet dann in den Poren mit dem O Wasser, wobei soviel Wärme frei wird, daß das Pt glüht und das zuströmende H entzündet. Außer dem Pt besitzen dies Vermögen noch einige andere Metalle in geringerem Grade.

38 Man setze statt des Entwickelungsrohrs in den Kork der Flasche *A* (Fig. 9) eine Röhre *a* ein; eine weite, etwa 5 Zoll lange Röhre *d*, auf beiden Seiten mit Korken geschlossen, nimmt einerseits die Röhre *a*, andererseits *e* auf. In derselben liegt bei *c* ein loser Pflock Baumwolle, um Flüssigkeit, die bei rascher Entwickelung wohl durch *a* sich drängt, aufzuhalten. Legt man nun in die Röhre, bei *m*, etwas Eisenoxyd, ein braunrothes Pulver, oder Kupferoxyd, ein schwarzes Pulver, läßt H darüberstreichen und erhitzt mit der Spirituslampe *B* (nachdem man abgewartet hat, bis man überzeugt sein kann, daß alle

Fig. 9.



atmosphärische Luft verdrängt ist), so wird Fe_2O_3 oder CuO zu Eisen oder Kupfer; es erzeugt sich Wasser, das als Dampf durch *e* entweicht. Das rothe Fe_2O_3 wird schwarz, das schwarze CuO roth und erscheint, mit einem glatten Eisen gerieben, in der dem Kupfer eigenthümlichen Farbe. Der O, in den Oxyden enthalten, verbindet sich in diesem Versuche mit dem H, ohne daß letzteres brennt. H wirkt also reducirend, indem er sich mit dem O des Oxyds zu HO verbindet, das als Dampf fortgeführt wird.

Schüttet man das reducirte Eisen aus der erkalteten Röhre, so entzündet es sich, sobald es mit der atmosphärischen Luft in Berührung kommt, und glimmt fort, bis das ganze, vorher schwarze Pulver wieder zu rothem Eisenoxyd geworden ist. Die Ursache dieser Entzündung ist wahrscheinlich die höchst feine Zertheilung des Metalls.

Schiebt man zwischen die Röhren *a* und *d* (s. Fig. 9) eine etwa 1 Fuß 39
lange weitere Röhre ein, die mit Stücken von geschmolzenem Chlorcalcium *) gefüllt ist (ein Chlorcalciumrohr), einem weißen Körper, bestehend aus dem einfachen Körper Chlor und dem metallischen Radical Calcium, der begierig aus der atmosphärischen Luft die Feuchtigkeit anzieht und also Gase trocken machen kann, so erhält man in *d* trockenes H. Setzt man nun auch ein Chlorcalciumrohr zwischen *d* und *e* und erhitzt *d* so, daß aller aus dem CuO gebildete Wasserdampf in die Chlorcalciumstücke sich zieht, so kann man die Menge des gebildeten Wassers bestimmen, indem man vor und nach dem Versuche dieses letztere Chlorcalciumrohr wiegt; die Zunahme an Gewicht giebt das Gewicht des gebildeten Wassers; wiegt man nun noch das Gewicht des reducirten Cu, so kann man durch Rechnung die Menge des im CuO enthalten gewesenen O bestimmen.

Füllt man eine Blase mit O und leitet, wie beim O beschrieben, das aus 40
einer Glasröhre gepreßte Gas in eine Wasserstoffgasflamme, statt in eine Weingeistflamme, so entwickelt sich eine so große Hitze, daß nichts ihrer Gewalt widersteht; Platin schmilzt leicht, Eisen verbrennt ꝛc. Um diese Versuche im Großen anzustellen, namentlich aber, um das Drummond'sche Kalklicht zur Beleuchtung des sogenannten Hydrooxygengas-Mikroskops in hinlänglicher Stärke zu erhalten, läßt man aus zwei Gasometern durch Kautschukschläuche Sauerstoff und Wasserstoff in dem Verhältniß, wie sie Wasser bilden, also auf 2 Maaß H 1 Maaß O, in einem sehr kleinen Behälter zusammentreten, von wo sie nun angezündet durch eine enge Messingröhre als sehr heiße Flamme auf den Kalkcylinder strömen, und dadurch ein Licht erzeugen, das dem concentrirten Sonnenlichte nahe kommt und sich sehr gut eignet zur Beleuchtung der Objecte, die man durch das Mikroskop zur Beobachtung bringen will. Hähne an den Gasometern reguliren das Zuströmen.

---

*) Man macht sich Chlorcalcium, indem man Kreide in der bekannten Salzsäure löst, bis sich nichts mehr löst, filtrirt, zur Trockne in einer Schale abdampft und dann in stärkerem Feuer schmilzt.

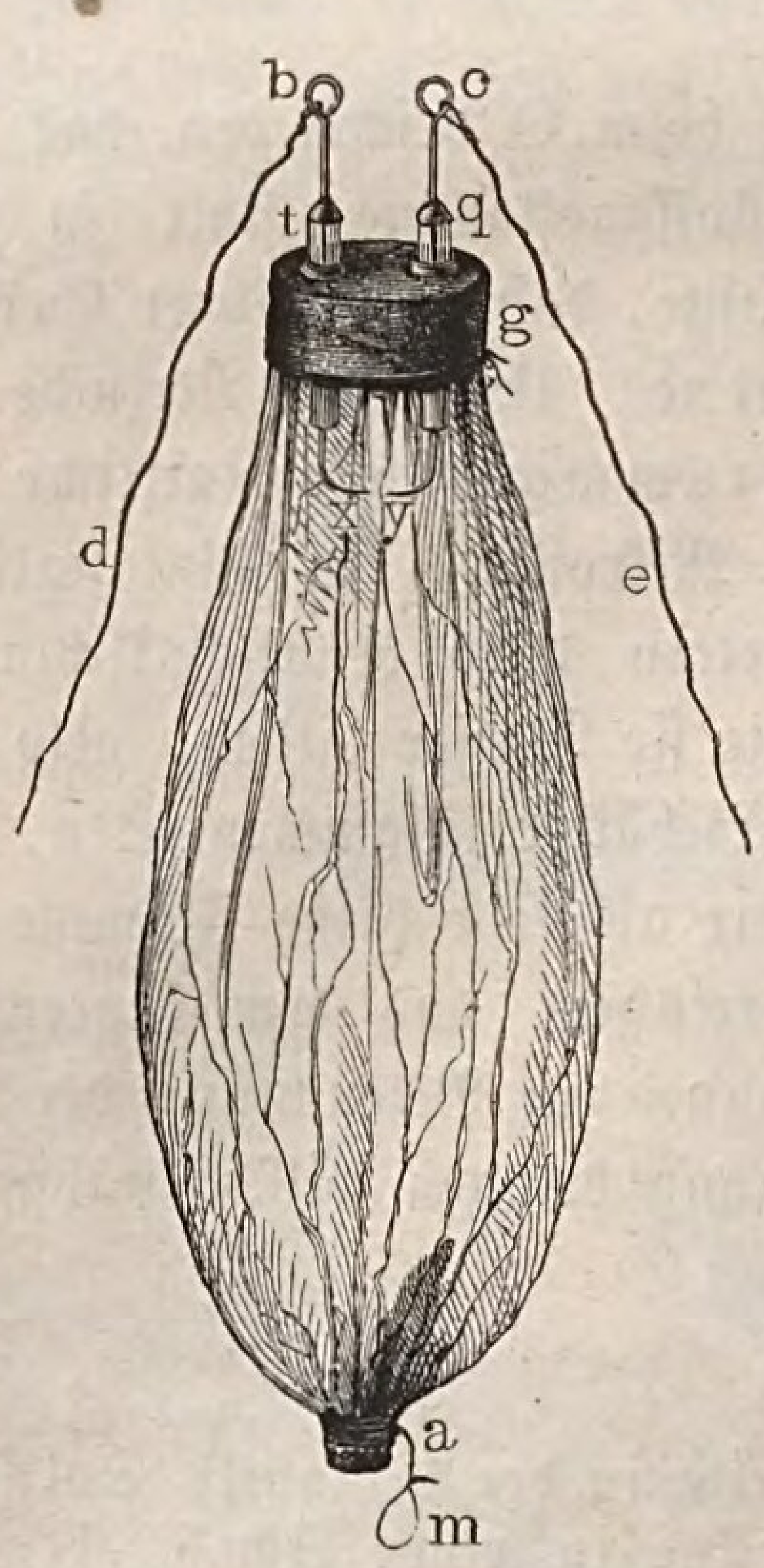
41 Mengt man O und H in dem Verhältniß, wie sie Wasser bilden, also 1 Maaß O und 2 Maaß H, so entsteht ein Gasgemenge, das angezündet auf einmal mit starkem Knall und meist gewaltsamer Zertrümmerung des Gefäßes, das dasselbe einschließt, verbrennt; man nennt es deshalb **Knallgas**. Zu den folgenden Versuchen mit dem Knallgase hat man daher die größte Vorsicht zu beobachten.

42 Füllt man auf die beim O angegebene Weise eine Thierblase mit 1 Maaß O und 2 Maaß H, setzt in den durchbohrten Kork der Blase eine Röhre mit Spitze, führt dieselbe in Seifenwasser etwa in einem Teller, und drückt auf die Blase, so bilden sich auf der Oberfläche des Seifenwassers eine Menge Blasen. Zieht man nun die Blase zurück, die Oeffnung des Glasrohrs mit dem Finger schließend, und hält einen brennenden Spahn an die Seifenblasen, so verbrennen alle auf einmal mit so starkem Knall, daß das Gehör auf einige Zeit betäubt wird. Das Zurückziehen und Schließen der Blase ist wohl zu beachten, damit die Entzündung des Gases sich nicht in die Blase fortpflanzt und Unglück verursacht.

43 Setzt man statt der Spitzröhre eine etwas weitere Röhre ein, deren scharfe Ränder rund geschmolzen sind, taucht dieselbe ins Seifenwasser und drückt, nachdem man sie zurückgezogen, gelinde auf die Blase, so entstehen Seifenblasen, die sich von selbst lösen und vermöge der Leichtigkeit des Wasserstoffs in die Höhe steigen; mit einem brennenden Spahn entzündet, zerplatzen sie mit Knall.

44 Durchbohre einen großen Kork *g* (Fig. 10) zweifach und kitte in die Oeffnungen mit Siegellack zwei kurze Glasröhren *t* und *q*, deren Enden beiderseits etwas über den Kork hervorragen; durch dieselben führe zwei, einerseits zu Ringen gebogene, andererseits in stumpfe Spitzen endigende Kupfer- oder Messingdrähte *b*, *c* und kitte sie luftdicht in die Röhren ein; die Spitzen *x*, *y* nähere man einander bis auf 1/4 Linien. Diesen so vorgerichteten Kork binde man in die weiter ausgeschnittene Oeffnung einer Thierblase luftdicht ein und überziehe noch die ganze Oberfläche des Korks, sowie den Theil der Blase, der am Korke anliegt, mit Siegellack. Das entgegengesetzte Ende der Blase öffne man ebenfalls und binde einen durchbohrten Kork *a* ein, durch den man auf die beim O angegebene Art die Blase mit Knallgas füllt, worauf man sie oberhalb des Korks *a* zubindet und an *m* aufhängt. Dann füge man an die Drähte *b* und *c* zwei etwa 10 bis 15 Fuß

Fig. 10.



lange Messingdrähte d, e und berühre mit dem einen die äußere, mit dem andern die innere Belegung, den Knopf, einer geladenen Leidener Flasche; zwischen den Enden x und y der Drähte b, c springt dann ein kleiner Funken über, der das Knallgas entzündet. Die Blase platzt mit sehr starkem Knall, und man sieht im Dunkeln eine Feuermasse von der Gestalt und Größe der Blase; es ist glühender Wasserdampf, der sich im Augenblick der Vereinigung beider Gase bildet. Die Drähte muß man natürlich so leiten, daß sie sich nicht berühren, auch das Experiment an einem Orte machen, wo die umhergeschleuderten Theile der Blase keinen Schaden anrichten können.

Man lasse sich vom Weißblechner eine cylindrische Röhre machen, an einem 45
Ende offen, am andern geschlossen und dort mit einer Handhabe versehen. Von unten bei a (Fig. 11) führe man eine kurze Glasröhre ein, die man mit Siegellack in die Blechröhre luftdicht einkittet. In der Glasröhre liegt mit Siegellack eingekittet ein Draht, der fast bis zur entgegenstehenden Röhrenwand reicht und bei a eine kleine Kugel trägt. Hält man nun die Oeffnung der so vorgerichteten elektrischen Pistole über einem Fläschchen, in welchem sich aus Eisen und Schwefelsäure H entwickelt, so sammelt sich in dem Cylinder ein Gemenge aus H und atmosphärischer Luft. Dann schließe man schnell die Oeffnung mit einem Kork und halte das Knöpfchen des Drahtes an den Conductor einer Elektrisirmaschine oder an den Deckel eines Elektrophors, so springt ein Funken vom innern Ende des Drahts zur Röhrenwand über und entzündet das Knallgas, so daß der Kork mit Knall herausgeschleudert wird; zugleich zeigt sich eine aus der Röhre herausbrechende Flamme des entzündeten Knallgases. Die Pistole erhält auch wohl die Gestalt eines Mörsers.

Fig. 11.



Der Knall bei allen diesen Versuchen entsteht dadurch, daß das Gas- 46
gemenge zu Wasserdampf verbrennt; dieser dehnt sich durch die Hitze bedeutend aus, wird aber auch augenblicklich wieder zu Wasser condensirt; der dadurch entstehende luftleere Raum wird von der atmosphärischen Luft mit großer Gewalt wieder ausgefüllt, in derselben Weise, wie der Schall beim schnellen Abziehen des gutschließenden Deckels eines Pennals hervorgebracht wird.

Das specifische Gewicht des H ist = 0,0688. 47

Wegen dieser Leichtigkeit wird es zur Füllung großer und kleiner Luftballone, Aërostaten, benutzt. Will man den Versuch machen, so verschaffe man sich einen wenigstens 6 Zoll im Durchmesser haltenden Luftballon von Goldschlägerhaut. Man wende den unter Fig. 9 beschriebenen Apparat an, setze aber statt der Röhre d eine etwa $1^1/_2$ bis 2 Fuß lange Chlorcalciumröhre ein, damit das Gas trocken in den Ballon gelange; an die Röhre e binde man den wohl von atmosphärischer Luft entleerten Aërostaten; bald wird er sich füllen und, losgelassen, steigen. Größere Aërostaten sind von Taffet angefertigt. Der kleinste muß aber $3^1/_2$ Fuß Durchmesser haben. Ein Ballon von Postpapier von 9 bis 10 Zoll Durchmesser steigt, fällt aber bald, da das Papier H durchläßt. Jedenfalls muß das Zeug, woraus der Ballon besteht, so wie das H

zusammen weniger wiegen, als das Gewicht der durch den gefüllten Ballon verdrängten gleichgroßen Luftmasse.

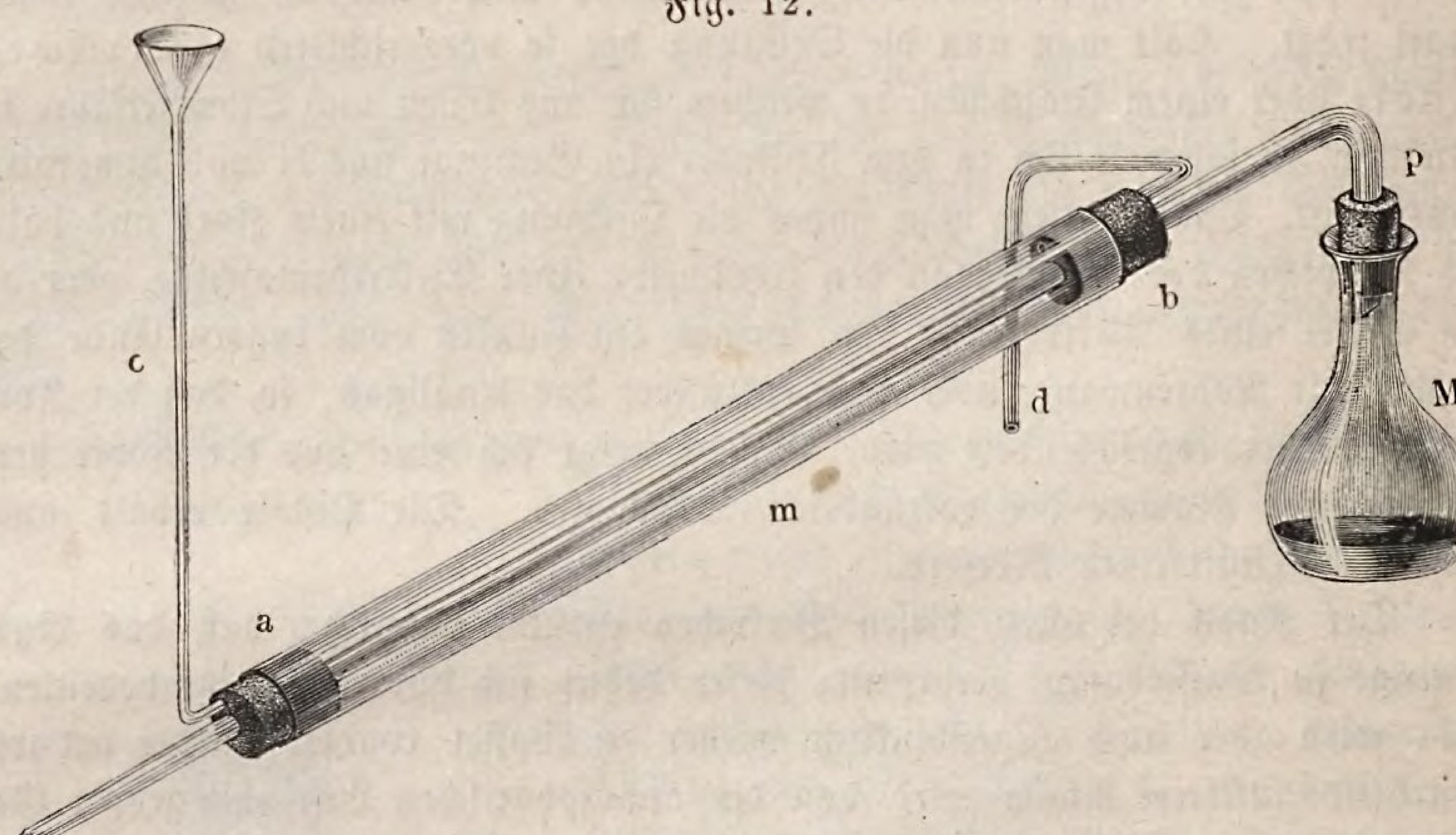
48 Wasserstoffgas unterhält nicht das Brennen der Körper, noch das Athemholen der Thiere; in reinem H stirbt ein Thier bald. Menschen können H, wenn es etwas atmosphärische Luft enthält, eine Zeit lang einathmen.

Verbindungen des Wasserstoffs.

49 Mit dem O geht H zwei Verbindungen ein, ein Oxyd, das Wasser, und ein Superoxyd.

Das Wasser, HO. Eine 1 bis 2 Zoll weite Glasröhre *m* von $1^1/_2$ bis 2 Fuß Länge umschließe man an beiden Enden mit doppelt durchbohrten Korken *a, b* (Fig. 12); durch den Kork *a* führe man die Trichterröhre *c*, eben in *m* reichend; durch den Kork *b* geht die kurze, abwärts gebogene Röhre *d*. Eine

Fig. 12.



dritte Röhre *pq* geht durch beide Korke *a* und *b* wasserdicht durch. Verbindet man das Ende *p* von *pq* mit einem Kolben *M*, der halb mit Brunnenwasser gefüllt ist, und erhitzt mit der Spirituslampe, so geräth das Wasser in *M* ins Kochen und die entstehenden Wasserdämpfe würden durch *q* entweichen. Giebt man dem Apparate eine solche Stellung, wie die Zeichnung darstellt, so daß also *c* in senkrechter Lage sich befindet (*c* muß so groß sein, daß der Trichter höher als *b* steht), und gießt in *c* kaltes Wasser, so füllt sich *m* mit demselben und fließt bei *d* aus. Erhitzt man nun, während fortwährend bei *c* Wasser einfließt, so sieht man aus *q* tropfenweise Wasser fließen, das man in einem untergesetzten Glase auffangen kann. Das bei *d* ausfließende Wasser erweist sich als warmes. Man nennt diese Vorrichtung einen Kühlapparat. Die Wärme verwandelt das Wasser in *M* in Dämpfe, die, sobald sie mit dem kalten Wasser in Berührung gerathen, sich wieder zu Wasser verdichten, condensiren; dieses

läßt aber, wie aus der Physik bekannt ist, die Wärme frei, die es bei seinem Uebergang aus dem tropfbaren in den ausdehnsamen Zustand gebunden hat (latente Wärme), und tritt dieselbe an das kalte Wasser in *m* ab. Wasser wird, wie jeder Körper, durch die Wärme ausgedehnt und dadurch specifisch leichter, als kaltes Wasser; das erwärmte Wasser schwimmt also oben und fließt durch *d* ab, wofür wieder kaltes durch *c* eintritt. Dadurch wird die Condensation der Dämpfe eine vollständige, da sie beständig von kaltem Wasser umgeben sind. Hat man keine Trichterröhre mit hinlänglich weitem Trichter, so thut ein Fläschchen, dessen Boden ausgesprengt und das mittelst eines gut schließenden Korkes die Röhre aufnimmt, dieselben Dienste.

Die eben beschriebene Operation nennt man Destillation, das condensirte gesammelte Wasser destillirtes, das Destillat. Dieses Wasser ist von fadem Geschmack, geschmacklos, farb- und geruchlos, im Gegensatze mit dem Brunnenwasser, das gewöhnlich viele erdige und salzige Theile enthält, die in dem Kolben zurückbleiben (Rückstand) und ihm Geschmack ertheilen. Will man reines Wasser haben, so darf man das Wasser in *M* nur bis zu $^2/_3$ abdampfen. Trotz dieser Vorsicht erhält man doch nicht chemisch reines Wasser, indem es immer etwas von der Substanz der Glasgefäße auflöst, was fortfällt, wenn man sich zinnerner Destillationsgefäße bedient; das Rohr *p q* wird dann durch ein sogenanntes Schlangenrohr, ein spiralförmig gewundenes Rohr, ersetzt, das in einem Fasse in kaltem Wasser liegt; man erreicht dadurch den Vortheil, daß der Dampf einen weiteren Weg machen muß, und so die Condensation vollständiger erreicht wird.

Wie das Wasser, werden in der Chemie noch viele Flüssigkeiten destillirt, bald um eine flüchtigere Flüssigkeit von einer weniger flüchtigen, bald um eine Flüssigkeit von einem darin gelösten festen Körper zu trennen.

Bei sehr vielen chemischen Arbeiten kühlt man bloß auf die Art ab, daß man das Auffangegefäß, einen Kolben, Vorlage, in kaltes Wasser (Schnee) legt und unmittelbar den Hals des Destillationsgefäßes, einer Retorte, in den Hals des Kolbens steckt und diesen durch beständig aufgeträufeltes Wasser abkühlt; die Verbreitung des Kühlwassers über die Oberfläche der Vorlage befördert man dadurch, daß man Löschpapier oder ein Flortuch auflegt und auf dieses Wasser träufelt.

Gießt man Wasser auf Kochsalz, so bildet sich eine Flüssigkeit, die wie 50
Kochsalz schmeckt, aber eben so durchsichtig ist, wie reines Wasser; auch mit dem besten Mikroskope vermag man keine Salztheilchen mehr zu erkennen. Diese Flüssigkeit heißt jetzt Auflösung oder Lösung, in unserm Falle eine Kochsalzlösung; Wasser ist das Lösungsmittel, das Kochsalz heißt gelöst oder aufgelöst. Wasser ist das allgemeinste Lösungsmittel, doch können auch andere Flüssigkeiten, z. B. Alkohol, feste Körper lösen. Regenwasser, wenn es im Erdboden lösliche Stoffe findet, verbindet sich mit denselben, woher es kommt, daß fast alle Brunnen- oder Quellwasser beim Verdunsten einen Bodensatz lassen; in Kochgefäßen bildet sich auf diese Art der Kesselstein, größentheils aus

Kalk bestehend. Meerwasser enthält besonders viele Stoffe aufgelöst, daher sein salzigbitterer Geschmack.

51 Wirft man in die Kochsalzlösung noch mehr Kochsalz, so tritt ein Punkt ein, wo das Wasser kein Kochsalz mehr löst; die Lösung heißt dann gesättigt (saturirt), Sättigung (Saturation).

52 Füllt man Kochsalz in ein Probirglas mit Wasser und läßt ruhig stehen, so findet man das obere Wasser wenig salzig und das Salz nicht ganz gelöst; schüttelt man aber das Glas, so löst sich wieder Kochsalz auf. Die untere Wasserschicht hatte sich mit Salz gesättigt, wodurch es schwerer wurde; das weniger Salz enthaltende Wasser schwamm oben; durch Schütteln kam das Wasser, das noch Salz zu lösen vermochte, unten, wodurch also die Lösung des Salzes wieder eintreten konnte; durch Schütteln und Umrühren wird also die Auflösung befördert.

53 Uebergießt man 2 Thle. Salpeter mit etwa 3 Thln. Wasser und rührt um, so löst sich das Salz nur theilweise; erhitzt man aber, so löst sich auch das Uebrige, und siedet die Lösung, so kann sie noch etwa 4 Thle. Salpeter weiter lösen. Durch die Wärme wird für die meisten Körper das Lösungsvermögen des Wassers erhöht.

54 Setzt man einer gesättigten Salpeterlösung noch einige Kochsalzkrystalle zu, so vermag sie dieses Salz noch aufzulösen. Wasser, das schon mit einem Körper gesättigt ist, vermag oft noch mehrere Körper zu lösen, in einigen Fällen, als wenn das Wasser nichts gelöst enthielte. Man benutzt oft dies Verhalten des Wassers, um Körper zu reinigen, z. B. den Salpeter, den man in kleinen Krystallen darstellt, die aber immer Kochsalz enthalten, welches die Brauchbarkeit des Salpeters in vielen Fällen sehr beeinträchtigt; man übergießt die Krystalle mit einer gesättigten Lösung reinen Salpeters in Wasser; diese löst natürlich keinen Salpeter mehr, nimmt aber das Kochsalz weg und läßt den Salpeter rein zurück.

55 Läßt man die oben in höherer Temperatur gesättigte Salpeterlösung erkalten, so scheidet sich das Salz aus, welches das erwärmte Wasser mehr, als das kalte zu lösen vermochte; Körper, die krystallisiren, scheiden sich in Krystallen aus, wie in unserm Falle der Salpeter.

56 Dunstet man eine nicht völlig gesättigte, krystallisirbare Auflösung über der Spirituslampe ab, bis ein Häutchen, Krystallhaut, über der Lösung sich zeigt, oder bis ein Tropfen, auf kaltes Blech gebracht, kleine Krystalle hinterläßt, und läßt erkalten, so schießt der Theil des gelösten Körpers, den das erkaltete Wasser nicht mehr in Lösung halten konnte, in Krystallen an. Der nicht krystallisirte Theil der Lösung, die Mutterlauge, giebt bei weiterem Abdunsten noch mehr Krystalle. Kochsalz, das in kaltem und erwärmtem Wasser nahezu gleich gut sich löst, muß durch fortdauerndes Abdunsten zum Krystallisiren gebracht werden.

Die Krystalle werden desto schöner, je langsamer die Krystallisation vor sich geht. Rührt man hingegen die zur Krystallisation fertige Lösung beständig um, so erhält man keine großen Krystalle, sondern oft so kleine, daß sie nach dem Trocknen eine Art Mehl bilden. Beim Kochsalz z. B. erhält man durch langsame Krystallisation die bekannten großen, trichterförmigen Krystalle, bei stetem Umrühren aber das feine sogenannte Tafelsalz. Zucker schießt bei langsamer Verdunstung als Kandiszucker in großen Krystallen an, bei gestörter Krystallisation als Hutzucker in sehr kleinen. 57

Viele aus Wasser anschießende Krystalle verbinden sich mit einem Theile desselben, das in fester Gestalt in dieselben eingeht; man nennt dies Wasser Krystallwasser. Sodakrystalle enthalten viel chemisch gebundenes Krystallwasser, Kochsalzkrystalle keins. Legt man Sodakrystalle an einen warmen Ort, so findet man, daß sie sich mit einem Mehl bedecken und endlich in ein weißes Pulver sich verwandeln, wobei das Krystallwasser, das ihnen Durchsichtigkeit verleiht, fortgegangen ist; man sagt dann, die Krystalle sind verwittert, fatiscirt. 58

Außer dem Krystallwasser enthalten die aus Flüssigkeiten anschießenden Krystalle mehr oder weniger Mutterlauge eingeschlossen; wirft man solche Krystalle, z. B. Kochsalz, auf glühende Kohlen, so zerspringen sie, decrepitiren, indem das mechanisch eingeschlossene Wasser Dampfform annimmt und die Krystalle zersprengt. 59

Bespritzt man gebrannten Kalk mit wenig Wasser, so erhitzt er sich und zerfällt zu einem trocknen weißen Pulver, das das zugesetzte Wasser chemisch gebunden enthält. In dieser Form nennt man das Wasser Hydratwasser, und die Substanzen, die es enthalten, Hydrate, in unserm Falle also Kalkhydrat. Die Wärme, die sich dabei entwickelt, kommt daher, daß Wasser aus dem tropfbaren Zustande in den festen übergeht, also Wärme frei wird. Zugleich ersehen wir daraus, daß eine chemische Verbindung vor sich gegangen ist; bei Bildung einer chemischen Verbindung entsteht Wärme, die oft bis zum Erglühen sich steigern kann. 60

Das Wasserstoffsuperoxyd, HO.

Es ist eine farblose Flüssigkeit vom specifischen Gewicht = 1,4; es riecht und schmeckt unangenehm, bleicht Pflanzenfarben. Es ist gebraucht worden, um auf alten Gemälden das verdunkelte Weiß wieder herzustellen. 61

Aufgabe 1: a. Wie viel Gran H entwickelt aus Wasser eine Kaliumlegirung, die 20 Gran K enthält? b. Wie viel Cubikzoll? c. Wie viel Gran KO wird gebildet? d. Wie viel Gran HO zersetzt? 62

Auflösung: a. Atomgewicht des K = 489,3; Atomgewicht des H = 12,48.

$$\begin{array}{cccc} K & H & Gr. & Gr. \\ 489{,}3 : & 12{,}48 = & 20 : & x; \quad x = 0{,}51 \text{ Gr. H.} \end{array}$$

b. Das specifische Gewicht des H = 0,0688; ein rheinischer Kubikzoll atmosphärischer Luft wiegt 0,38 Gran; also 1 Kubikzoll H wiegt 0,38 × 0,0688 = 0,0262 Gr. Also erhalten wir $\frac{0,51}{0,0262}$ = fast 19½ Kubikzoll.

c. Es wird O gebildet 489,3 : 100 = 20 : x x = 4,09 Gran O; da wir nun 20 Gr. K haben, so erhalten wir 20 + 4,09 = 24,09 Gr. KO.

d. Da wir 0,51 Gr. H und 4,09 Gr. O haben, so sind 4,09 + 0,51 = 4,6 Gran Wasser zersetzt worden.

Aufgabe 2: a. Wie viel Loth Na sind erforderlich, um 1 Loth Wasser zu zersetzen? b. Wie viel Kubikzoll H erhält man? c. Wie viel Loth Na O?

HO Na

Auflösung: a. 112,48 : 287,2 = 1 : x; 2,57 Loth Na.
b. 112,48 : 12,48 = 1 : x; 0,111 Loth H.

Da nun 1 Kubikfuß H 0,189 Loth wiegt, so $\frac{111}{189}$ = 0,59 Kubikfuß H = 1019½ Kubikzoll;

c. 112,48 : 100 = 1 : x; 0,88 Loth O; 2,57 Na
0,88 O
3,45 Loth Na O.

Aufgabe 3: Wie viel Procent O und H enthält H O?

Aufgabe 4: Durch das Verfahren unter Nr. 31 haben sich 2 Loth Eisenoxyd-Oxydul gebildet; wie viel H muß man gewonnen haben?

Auflösung: Fe = 350 Fe_2 = 700
O = 100 3 O = 300
Fe O = 450 Fe_2O_3 = 1000
Fe O = 450
Fe_2O_3 + Fe O = 1450

Es wird (s. Nr. 31) 4 H gebildet, also 4 × 12,48 = 49,92
1450 : 49,92 = 2 : x; x = 0,07 Loth. Wie viel Kubikzoll?

Aufgabe 5: Wie viel Loth Hammerschlag werden erzeugt, um 2 Kubikfuß H zu machen?

Antwort: Ungefähr 11 Loth.

Aufgabe 6: a. Wie wiel Loth (Kubikfuß) H werden gebildet mit 8 Loth Zn? b. Wie viel SO_3,HO ist dazu erforderlich? c. Wie viel Loth Zinkvitriol, schwefelsaures Zinkoxyd, entsteht?

Auflösung: Zn = 406,6
O = 100
Zn O = 506,6.

a. 406,6 : 12,48 = 8 : x; x = 0,245 Loth, fast ¼ Loth H;
b. HO = 112,48
SO_3 = 500
SO_3,H O = 612,48; 406,6 : 612,48 = 8 : x; x = 12,05 Schwefelsäure.

c. Zinkvitriol krystallisirt mit 7 HO; 7 HO = 7 × 112,48 = 787,36.

$$ZnO = 506,6$$
$$SO_3 = 500$$
$$ZnO, SO_3 = 1006,6$$
$$7\,HO = 787,4$$
$$ZnO, SO_3 + 7\,HO = 1794$$

406,6 : 1794 = 8 : x; x = 35,3 Loth schwefelsaures Zinkoxyd in Krystallen.

Aufgabe 7: Dieselbe Aufgabe für's schwefelsaure Eisenoxydul; es krystallisirt ebenfalls mit 7 HO.

Antwort: a. 0,28 Loth H.
b. 13,9 » SO_3, HO.
c. 41 » FeO, SO_3 + 7 HO.

Aufgabe 8: Um 3 Pfund ZnO, SO_3 + 7 HO zu gewinnen, a. wie viel Zn, und b. wie viel SO_3, HO ist erforderlich?

Antwort: a. 21,7 Loth Zn.
b. 32,8 » SO_3, HO.

Aufgabe 9: Um 12 Kubikfuß H zu machen, a. wie viel SO_3, HO und b. wie viel Zn ist erforderlich?

Antwort: a. 111,3 Loth SO_3, HO.
b. 73,9 » Zn.

Aufgabe 10: Wenn ich 12 Kubikfuß H verbrenne, a. wie viel Wasserdampf entsteht? b. Wie viel Wasser?

Auflösung: a. 12 Kubikfuß H brauchen zum Verbrennen 6 Kubikfuß O; daraus entstehen 12 Kubikfuß Wasserdampf.

b. 1 Kubikfuß H = 0,189 Loth, also 12 Kubikfuß = 2,268 Loth.
1 » O = 3,04 » » 6 » = 18,24 »

Es bilden sich 20,508 Loth Wasser,
beinahe 17 Kubikzoll »

Aufgabe 11: Wenn in die Reductionsröhre Fig. 9, Nr. 38, 2 Loth CuO eingelegt wurden, a. wie viel Gewichtszunahme muß das zweite Chlorcalciumrohr, welches das gebildete Wasser aufnahm, zeigen? b. Wie viel wiegt das gewonnene Cu?

Auflösung: Cu = 395,6
O = 100
CuO = 495,6.

b. 495,6 : 395,6 = 2 : x; x = 1,6 Loth Cu gewonnen, also ist 2 — 1,6 = 0,4 O frei geworden.

a. 100 : 112,48 = 0,4 : x; x = 0,45 Loth Gewichtszunahme, also sind 0,45 Loth Wasser gebildet.

Aufgabe 12: Um 5 Loth Wasser zu bilden, wie viel CuO ist einzulegen?

Antwort: 22 Loth CuO.

Aufgabe 13: Ein Aërostat von Goldschlägerhaut von 6 Zoll Durchmesser wiegt 36 Gran; a. wie viel wiegt er mit H gefüllt? b. Wie viel wiegt ein gleich großes Volumen atmosphärischer Luft? c. Wie viel Steigkraft hat der Ballon?

Auflösung: Nehmen wir den Ballon in Kugelform, so ist der Inhalt $= \frac{4}{3} r^3 \pi = \frac{4}{3} r^3 . 3{,}14 = 113{,}04$ Kubikzoll; 1 Kubikzoll H wiegt 0,0262 Gran; also haben wir a. $113{,}04 \times 0{,}0262$ Gran H = fast 3 Gran H; mit H gefüllt wiegt also dieser Ballon $36 + 3 = 39$ Gran.

b. Da 1 Kubikzoll atmosphärischer Luft 0,38 Gran wiegt, so haben wir $113{,}04 \times 0{,}38$ Gran = fast 43 Gran wiegt ein gleiches Volumen atmosphärischer Luft. Rechnen wir nun, daß 2 Gran Luft durch die Wand des Ballons verdrängt werden, so verdrängt der Ballon $43 + 2 = 45$ Gran atmosphärischer Luft.

c. Der Ballon hat also $45 - 39 = 6$ Gran Steigkraft.

Aufgabe 14: Ein kugelförmiger Ballon von Taffet hat 20 Fuß Durchmesser; die Hülle wiege 20 Pfund und verdränge 6 Kubikfuß Luft.
a. Wie viel Pfund H sind zur Füllung erforderlich, und wie viel Kubikfuß?
b. Wie viel Pfund atmosphärischer Luft verdrängt er?
c. Wie viel Steigkraft hat er?
d. Wie viel Pfund Fe und SO_3,HO braucht man, um eine solche Masse H zu entwickeln?

Antwort: a. 4187 Kubikfuß oder $791\frac{1}{3}$ Loth H sind zur Füllung erforderlich, also 24 Pfund $23\frac{1}{2}$ Loth.

b. Er verdrängt 397 Pfund $24\frac{1}{2}$ Loth atmosphärischer Luft; die Hülle verdrängt 6 Kubikfuß Luft, also $18{,}24 = 18\frac{1}{4}$ Loth, daher im Ganzen 397 Pfund $24\frac{1}{2}$ Loth + $18\frac{1}{4}$ Loth = 398 Pfund 10 Loth.

c. Er hat also 398 Pfund 10 Loth — 24 Pfund 23 Loth = 373 Pfund Steigkraft ungefähr.

d. Ungefähr 692 Pfund Eisen und 1211 Pfund SO_3,HO.

Fragen und Aufgaben zu schriftlichen Ausarbeitungen.

a. Eigenschaften des Wasserstoffs. — b. Was ist ein Amalgam? Was eine Legirung? — c. Warum muß man in dem Versuche unter Nr. 28 das K mit einem anderen Metalle legiren? — d. Wann tritt die einfache Wahlverwandtschaft ein? Wann die prädisponirende? — e. Wodurch wird Zn und Fe in den Stand gesetzt, das HO rasch zu zerlegen? — f. Was entsteht, wenn H an der atmosphärischen Luft verbrennt? — g. Wie kommt es, daß Platinschwamm H zu entzünden vermag? — h. Warum entzündet sich das durch H und Wärme reducirte Fe von selbst an der atmosphärischen Luft? — i. Welches Mittel wendet man an, um Gase zu trocknen? — k. Was entsteht, wenn Knall-

gas verbrennt? — l. Woher entsteht der Knall bei Abbrennung des Knallgases? — m. Was heißt destilliren? — n. Zu welchem Zwecke wird destillirt? — o. Wie findet man, ob eine Lösung gesättigt ist, oder nicht? — p. Wodurch wird die Auflösung fester Körper in Lösungsmitteln befördert? — q. Unter welchen Bedingungen bilden sich große und regelmäßige Krystalle aus den Lösungen? — r. Was ist Krystallwasser? — s. Woher kommt es, daß Sodakrystalle an einem warmen Orte sich mit einem mehlartigen Ueberzuge bedecken? — t. Was ist Hydratwasser? — u. Was ist ein Hydrat? — v. Woran kann man in vielen Fällen erkennen, daß eine chemische Verbindung entstanden ist beim Zusammenbringen verschiedener Körper?

III. Stickstoff, Nitrogenium, N.

Man gieße Wasser in ein Gefäß und setze auf die Oberfläche ein Porzel- 63
lanschälchen auf ein Stück Kork, so daß das Schälchen auf dem Wasser schwimmt; lege in dasselbe einige Stückchen Phosphor, und entzünde denselben. Dann stürze man schnell eine Glocke oder Glockenflasche über das Schälchen, so daß der Rand des Glases noch in das Wasser taucht und das Schälchen mit dem brennenden P innerhalb des Glases schwimmt. Wie bei der Verbrennung des P in O wird die Glocke mit weißen Dämpfen, PO_5, sich füllen, bald die Flamme erlöschen und etwas Wasser hineindringen. Die weißen Dämpfe lösen sich bald in dem Wasser, und die Glocke erscheint wieder durchsichtig. Man muß soviel P anwenden, daß noch etwas unverbrannt übrigbleibt.

Man läßt das Ganze erkalten, wobei noch mehr Wasser in die Glocke tritt, weil die erkaltete Luft einen kleineren Raum einnimmt; dann nehme man mit der Hand unter Wasser die Korkscheibe fort und lasse das Schälchen sinken, wodurch man die Wiederentzündung des P verhindert, die vermöge der Wärme des Schälchens eintreten würde, wollte man ihn gleich an die Luft bringen. Der Theil der eingeschlossenen atmosphärischen Luft, der verschwunden ist, und durch das eintretende Wasser ersetzt wurde, war O, der sich mit dem P zu PO_5 verbunden hat; die übrigbleibende Luft ist Stickstoffgas, N. Um es aus der Glocke, die natürlich behufs der Aufnahme der Korkscheiben und des Schälchens weit sein muß, in eine Flasche zu leiten, fülle man diese mit Wasser und stecke unter Wasser den Hals eines Trichters in die Halsöffnung, den man mit der linken Hand hält; bringt man nun den Rand der Glocke unter den Trichter, so steigt das N in die Flasche. Man sorge, daß noch etwas Wasser in der Flasche bleibt, mit dem man das Gas tüchtig schüttelt, nachdem die Flasche verstöpselt ist, um alle PO_5, sowie etwas Phosphorgas zu entfernen.

Taucht man in diese Flasche einen brennenden Spahn, so erlischt er gleich 64
und vollständig, weil er keinen O zum Fortbrennen findet. Ein in N gesperrtes

Thier stirbt aus demselben Grunde, es erstickt aus Mangel an O, weshalb man gerade dies Gas Stickstoff genannt hat. Weil es in dem Salpeter, Nitrum, enthalten ist, heißt es Nitrogenium, Salpetererzeuger. Es heißt auch wohl Azoticum, dem Leben entgegen, weil es das Athmen nicht unterhält.

N ist farblos, geruch- und geschmacklos; specif. Gewicht = 0,976.

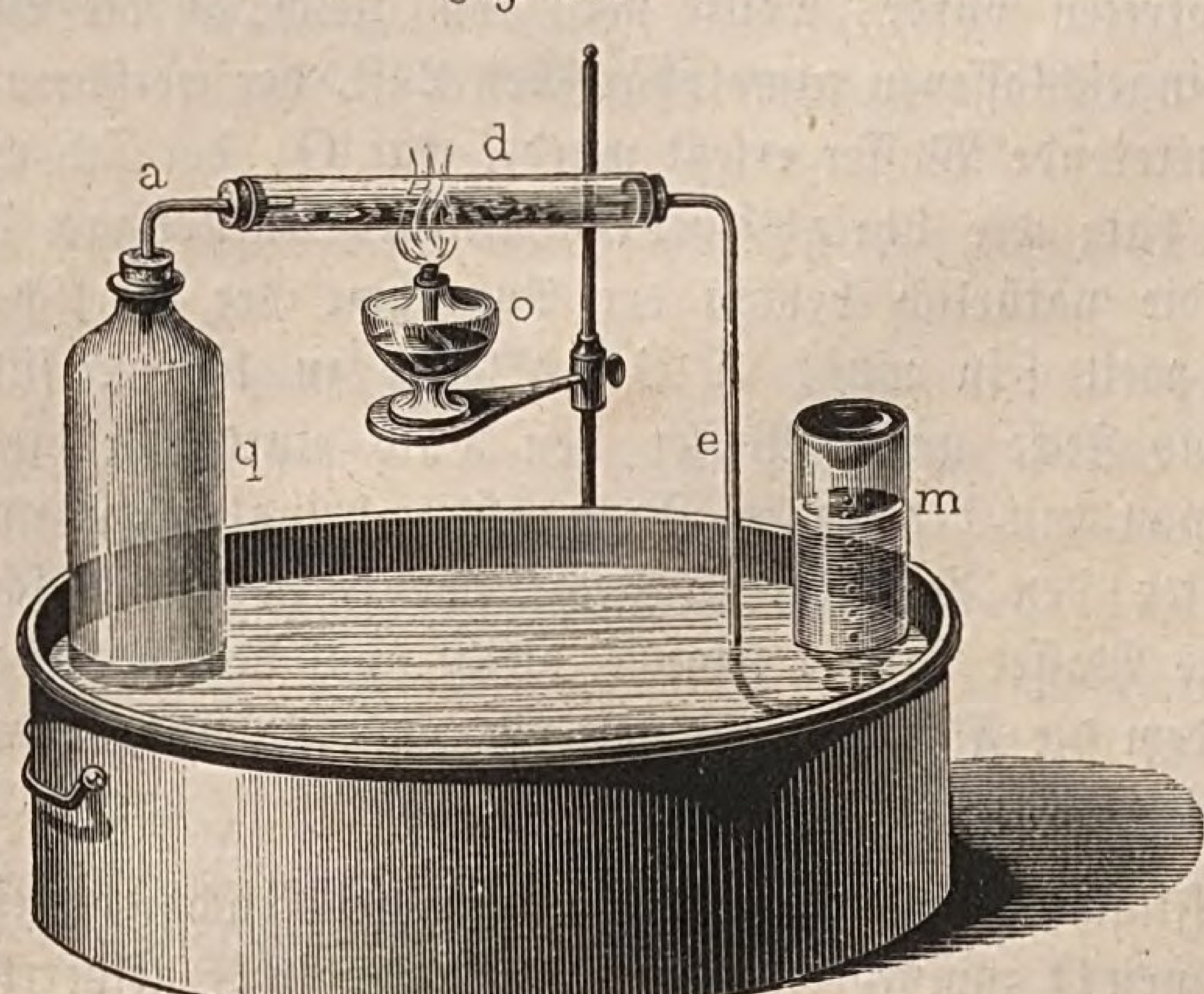
65 Statt des brennenden P kann man auch brennenden Alkohol anwenden; dann enthält aber das Gas CO_2, die man durch Schütteln mit Kalkmilch entfernen muß; auch findet sich noch O darin, da der Alkohol erlischt, bevor aller O entfernt ist.

66 Jeder Körper, der sich leicht mit dem O der atmosphärischen Luft verbindet, kann zur Darstellung des Stickstoffs angewandt werden.

Man befestige in einer mit atmosphärischer Luft gefüllten Flasche ein zusammengerolltes Stück dünnen Kupferblechs, das man mit SO_3, HO befeuchtet hat, und sperre die Flasche mit Wasser ab. Nach einigen Stunden findet man das Kupferblech mit grüner Kruste überzogen. Der O der Luft hat das Cu zu CuO oxydirt, das sich dann mit der SO_3, HO zu schwefelsaurem Kupferoxyd verbindet. Der O der atmosphärischen Luft ist vollständig entfernt.

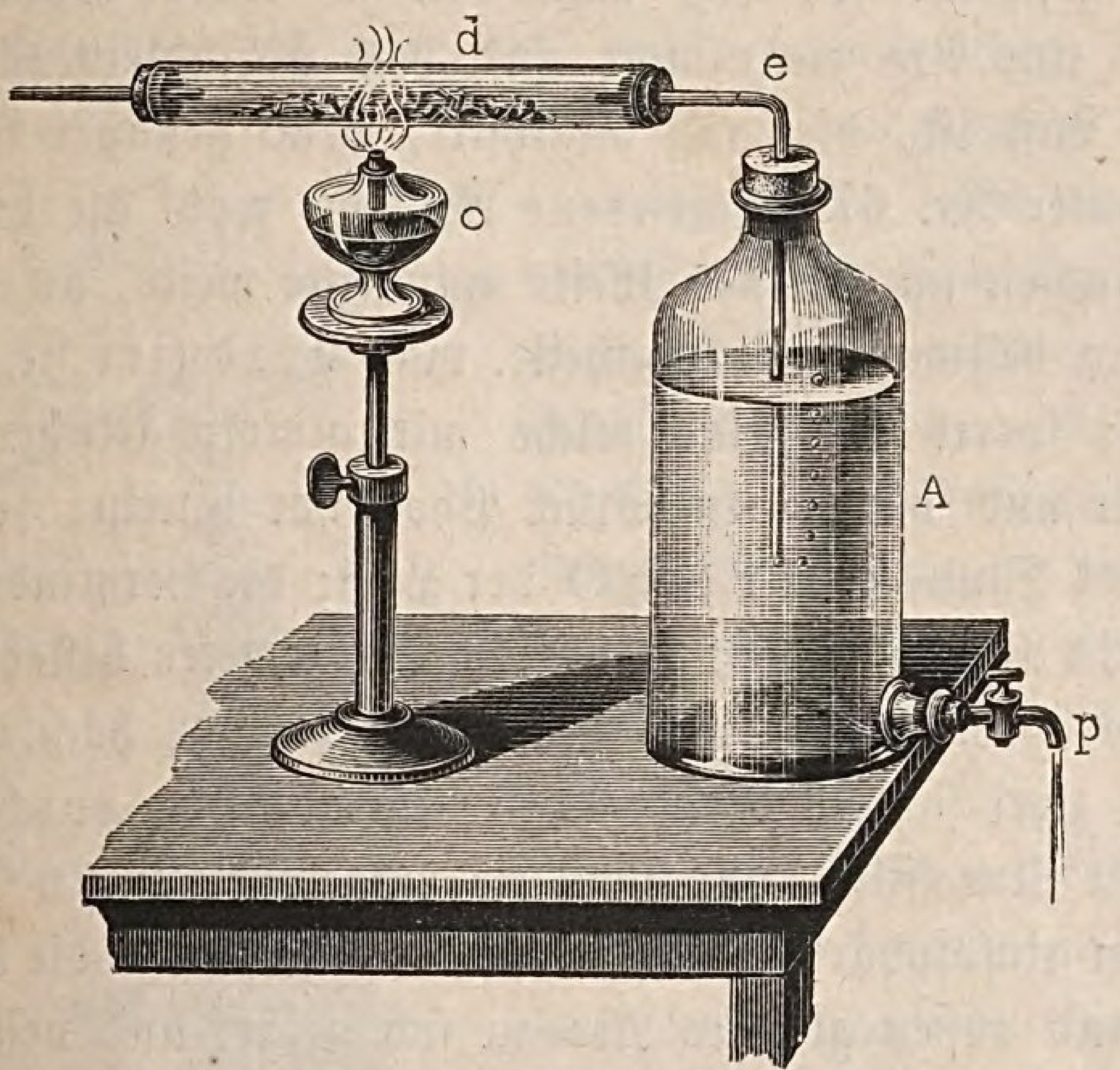
67 Man übergieße Eisenfeile mit der bekannten Salpetersäure; es wird das Eisen sich brausend lösen und eine braunrothe Luftart, salpetrige Säure, sich entwickeln. Es entsteht eine braune Flüssigkeit, salpetersaures Eisenoxyd; in diese taucht man Asbest (ein Mineral, das in zarten, seidenglänzenden Fäden sich findet), und dann in Eisenoxyd, mit der Sorgfalt, daß jede Faser mit Eisenoxyd umgeben erscheint; trocknet und glüht den Asbest in einer Röhre zur Vertreibung der Salpetersäure. Darauf wird das Eisenoxyd, wie beim H angegeben, durch H reducirt, bis keine Dämpfe mehr sich bilden; man läßt erkalten und noch eine Zeitlang H durch den Apparat streichen, um nämlich die Wiederoxydirung des Eisens zu verhindern: dann entfernt man durch Einblasen den H aus der Reductionsröhre. Nun verbinde man die Reductionsröhre *d* (Fig. 13) mittelst der Röhre *a* mit einer Glockenflasche *q* voll atmosphärischer Luft; ein Entwickelungsrohr *e* geht durch den Kork am anderen Ende von *d*. *q* sowohl als *e* tauchen in Wasser. Drückt man jetzt langsam auf *q*, während *d* durch eine

Fig. 13.



Spirituslampe o erhitzt wird, so strömt atmosphärische Luft durch d, das fein zertheilte Eisen oxydirt sich und aus e tritt nur N, das man in einer Flasche m auffangen kann. Das Eisen wird Fe_2O_3, das man wieder durch H reduciren und zu demselben Versuche gebrauchen kann. Hat man eine Flasche, die nahe am Boden einen Hahn trägt, einen sogenannten Aspirator, zur Verfügung, so kann man den Versuch auf folgende Art bequemer anstellen. Man verbindet die Reductionsröhre d (Fig. 14) durch die Röhre e mit dem Aspirator, der mit Wasser gefüllt ist; e reicht noch ziemlich weit in den Aspirator. Oeffnet man nun den Hahn p, so daß langsam Wasser herausfließt, so wird die atmosphärische Luft durch d in den Aspirator strömen, durch das erhitzte Eisen aber in d seines O beraubt in A sich als N ansammeln.

Fig. 14.



Verbindungen des Stickstoffs.

Das Stickstoffgas verbindet sich nur auf mittelbarem Wege mit anderen Körpern. Mit O geht es vier Verbindungen ein, die wir bei den Säuren kennen lernen werden, nämlich: 68

1. Die Salpetersäure, NO_5.
2. Die salpetrige Säure, NO_3.
3. Das Stickoxydgas, NO_2.
4. Das Stickoxydulgas, NO.

Mit H bildet es das Ammoniak.

Die atmosphärische Luft.

Wie wir gesehen haben, macht N den Hauptbestandtheil der unsere Erde umgebenden Atmosphäre aus. In 100 Gewichtstheilen atmosphärischer Luft sind 23,16 Theile O und 76,84 Theile N enthalten; in 100 Volumtheilen atmosphärischer Luft sind 20,81 Volumina O und 79,19 Volumina N enthalten. Die mittlere Höhe der Atmosphäre wird zu 20 bis 27 Meilen angenommen. 69

Ein preußischer Kubikfuß wiegt ungefähr 2,75 Loth; der Kubikzoll wiegt 0,38 Gran. Sie ist durchsichtig und farblos.

70 Sie ist keine chemische Verbindung, sondern ein Gemenge von N und O. Die Untersuchung der Zusammensetzung der atmosphärischen Luft (Analyse) nennt man Eudiometrie, Luftgüte-Messung, weil man anfangs nur auf den Sauerstoffgehalt derselben achtete, als den Bestandtheil, der allein zum Athmen dient. Diese Untersuchung geschieht so, daß man den O eines bestimmten Quantums Luft auf irgend eine Art wegnimmt und den übrigbleibenden N mißt. Je größer die Menge Luft ist, die man analysirt, desto genauer ist das Resultat, weshalb auch die unter Nr. 67 beschriebene Methode wohl die brauchbarste sein möchte. Zu Versuchen im Kleinen theilt man eine weite, an einem Ende geschlossene Glasröhre in bestimmte Volumtheile, man graduirt sie, etwa in Zehntheile des Kubikzolls; sperrt man eine solche mit atmosphärischer Luft gefüllte Röhre mit Quecksilber und hängt ein Stück Phosphor hinein, so verbindet sich derselbe in etwa 24 Stunden mit dem O der Luft; die Verminderung des Volums beträgt 20 bis 21 Proc. Das Volta'sche Eudiometer besteht aus einer starken, graduirten Glasröhre, $^1/_2$ Zoll weit und 14 bis 16 Zoll hoch, die an ihrem geschlossenen Ende von zwei sich fast berührenden Platindrähten durchbohrt ist. Man füllt die Röhre mit Quecksilber und stellt sie umgekehrt in ein Gefäß mit Quecksilber; nun läßt man atmosphärische Luft eintreten und drückt die Röhre in's Quecksilber, bis innen und außen gleiches Niveau sich zeigt, und bestimmt das Volumen der eingeschlossenen Luft. Dann läßt man etwa die Hälfte H eintreten und bestimmt auch das Volumen des H. Nun läßt man den elektrischen Funken durch beide Drähte schlagen, etwa mittelst einer kleinen Leidener Flasche; es erfolgt eine Verpuffung, da sich Knallgas gebildet hat; nach der Abkühlung steigt das Quecksilber, man mißt wieder bei gleichem Niveau, wie viel Gas verschwunden, zu Wasser geworden ist; ein Drittheil des verschwundenen Gases ist O, da das gebildete Wasser 2 Maaß H und 1 Maaß O enthält, auch die Menge des H hinreichte, allen O zu entfernen.

Hat man $66^2/_3$ Vol. atmosphärischer Luft genommen und war das Gemenge 103 Vol., so sind $103 - 66^2/_3 = 36^1/_3$ Vol. H genommen worden; nach der Verpuffung seien noch 61 Vol. übriggeblieben, so sind $103 - 61 = 42$ Vol. verschwunden, also $\frac{42}{3} = 14$ Vol. O sind darin gewesen; in $66^2/_3$ Vol. atmosphärischer Luft sind also 14 Vol. O enthalten, folglich in 100 Vol. ($100 = 1^1/_2 \times 66^2/_3$) $1^1/_2$ mal so viel, = 21 Vol. O.

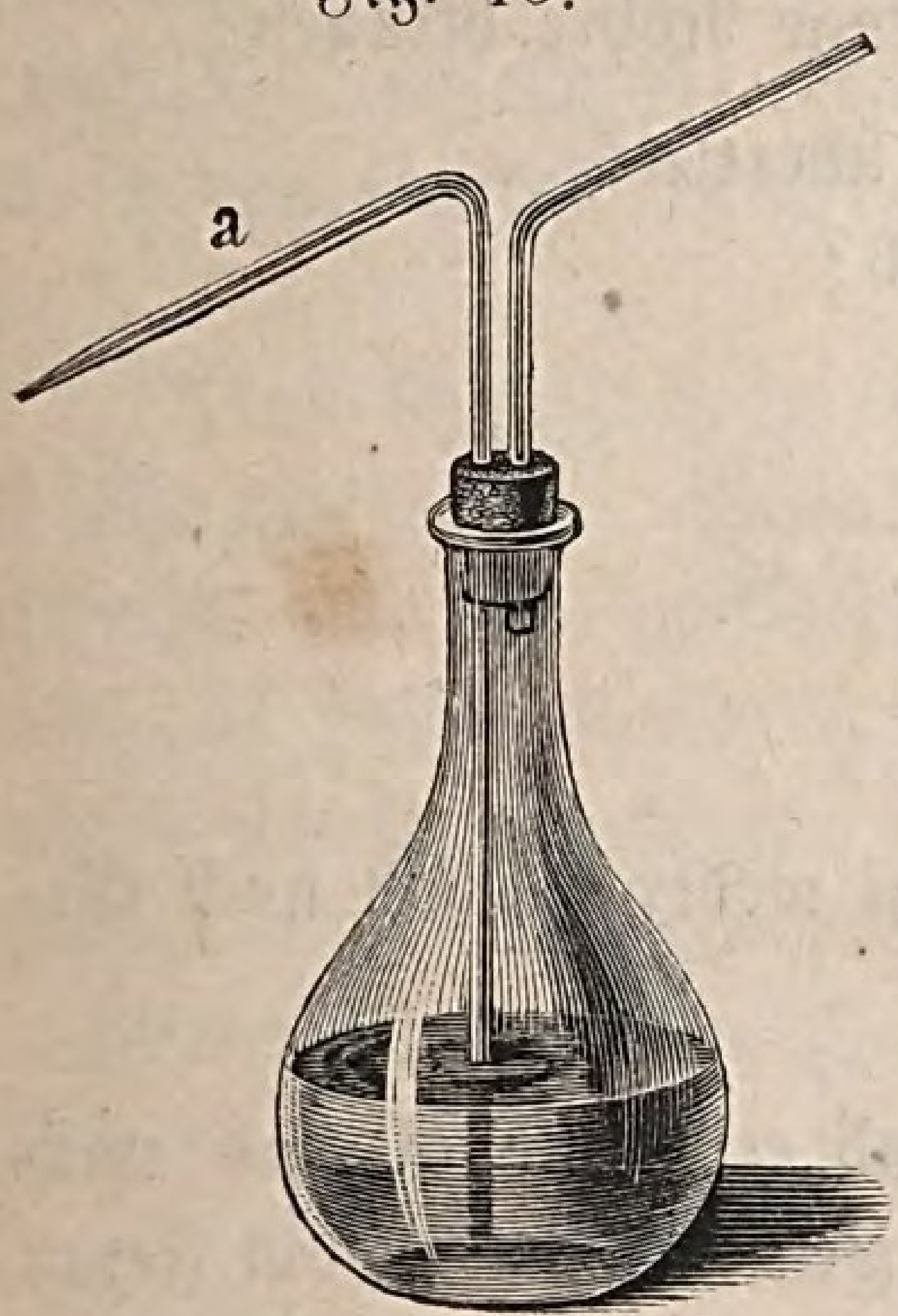
Ohne Explosion kann man die Verbindung beider Gase dadurch bewirken, daß man 1 Thl. feinzertheiltes Pt mit 4 Thln. Thon zu einer Kugel knetet, ausglüht und an einem Drahte befestigt in die Röhre führt.

71 Außer N und O enthält die Atmosphäre wechselnde Mengen von Wasserdampf und CO_2; das Vorhandensein des letzteren Gases kann man an der Trübung des Kalkwassers erkennen, das man mit atmosphärischer Luft schüttelt, wodurch sich unlöslicher kohlensaurer Kalk bildet; durchschnittlich befindet sich in

100 Volumtheilen atmosphärischer Luft etwa 0,041 CO_2. Das Dasein des Wasserdunstes beweisen Nebel, Wolken, Regen, Schnee ꝛc. Die CO_2 ist zum Leben der Pflanzen wesentlich nothwendig; sie absorbiren dieselbe, eignen sich den C derselben an und hauchen den O wieder aus, und zwar besonders dann, wenn das Sonnenlicht die Pflanzen trifft. Noch andere Bestandtheile der atmosphärischen Luft, Miasmen, Riechstoffe, hat die Chemie noch nicht nach Gewicht und Maaß bestimmen können.

Die atmosphärische Luft drückt vermöge ihrer Schwere mit etwa $15\frac{1}{2}$ Pfund 72
auf den Quadratzoll. Dieser Luftdruck, wenn er einseitig wirkt, kann bei Gasentwickelungen ein Zurücksteigen der Auffangeflüssigkeit bewirken, wie schon oben angeführt wurde. Benutzt wird der Luftdruck zu einem nützlichen Apparate, der **Spritzflasche** (Fig. 15). Sie besteht aus einer Flasche, deren Kork zwei Röhren durchdringen; die eine geht nur eben durch den Kork, die andere *a* reicht bis auf den Boden der Flasche, und ist, wie die Figur zeigt, abwärts gebogen, in einer Spitze endigend. Wird nun die Flasche mit Wasser gefüllt und man bläst durch die kurze Röhre hinein, so treibt die comprimirte Luft das Wasser durch die Spitze *a* in einem feinen Strahl, der besonders dazu benutzt wird, um in einem Filter die Substanz, die man gewinnen will, mit Wasser auszuwaschen und von den Wänden in die Spitze des Filters zu treiben.

Fig. 15.



Den einseitigen Druck der Atmosphäre benutzt man auch, um Röhren, die an einer Seite geschlossen und an der anderen in eine feine Spitze ausgezogen sind, mit Flüssigkeit zu füllen, z. B. die Thermometerröhren mit Quecksilber. Man erhitzt die Röhre, wodurch die in derselben enthaltene Luft verdünnt und zum Theil ausgetrieben wird; taucht man dann die Spitze der Röhre in die Flüssigkeit, so zieht sich die Luft wieder beim Erkalten zusammen und der äußere Luftdruck treibt die Flüssigkeit in die Röhre.

Aufgabe: Wie viel P ist erforderlich, um aus 1 Kubikfuß atmosphärischer 73
Luft allen O zu entfernen?

Auflösung: In 100 Kubikfuß atmosphärischer Luft sind 20,81 Kubikfuß O enthalten, also in 1 Kubikfuß fast

$$\frac{21}{100} \text{ Kubikfuß} = \frac{21 \,.\, 1728}{100} = 362 \text{ Kubikzoll O.}$$

Das specifische Gewicht des O = 1,1056; 1 Kubikzoll atmosphärischer Luft wiegt 0,38 Gran; also 1 Kubikzoll O = 1,1056 × 0,38 = 0,42 Gran. Der O in 1 Kubikfuß atmosphärischer Luft wiegt also

$$362 \times 0{,}42 \text{ Gran} = 152 \text{ Gran.}$$

$$\begin{array}{rl} P & = 400 \\ 5O & = 500 \\ \hline PO_5 & = 900 \end{array} \qquad \begin{array}{l} \;\;O \quad\;\; P \\ 500 : 400 = 152 : x;\; x = 121 \text{ Gran } P. \end{array}$$

Wir würden erhalten 121 + 152 = 273 Gran PO_5.
Es würden bleiben 1728 — 362 = 1366 Kubikzoll N.

Fragen und Aufgaben zu schriftlicher Ausarbeitung.

a. Eigenschaften des Stickstoffs!

b. Wie kann man eine Flüssigkeit in eine sehr enge Röhre bringen?

In welchen Eigenschaften stimmen O, H, N überein?
In welchen Eigenschaften unterscheiden sie sich?

IV. Schwefel, Sulphur, S.

74 Der Schwefel hat eine hellgelbe Farbe; er besitzt weder Geruch noch Geschmack; specif. Gewicht = 1,98 — 2,045.

75 Man legt einige Stücke S in ein Probirglas und erhitzt nach und nach über der Spirituslampe. Der S schmilzt und bildet, wenn er dann vom Feuer entfernt wird, eine dünne, klare, bernsteingelbe, vollkommen flüssige Flüssigkeit; S ist also schmelzbar; er schmilzt bei 111° C. Erhitzt man den geschmolzenen S weiter, so wird er braun und dickflüssig, und bei etwa 200° ganz zähe, und so steif, daß er kaum noch aus dem Glase fließt. Gießt man einen Theil der Masse in kaltes Wasser, so erhält man einen braunen, weichen und etwas klebrigen Körper, der sich in elastische Fäden ziehen läßt, nach und nach sich aber wieder erhärtet. Solchen Schwefel hat man zu Abdrücken von erhöhten Gegenständen, z. B. Medaillen, angewandt, die dann wieder als Formen zum Eingießen von Gyps dienen. Läßt man diesen zähen S liegen, so erscheinen nach einigen Tagen in seiner Masse gelbe Punkte, die sich schnell vermehren, bis die ganze Masse wieder zu gelbem S geworden ist.

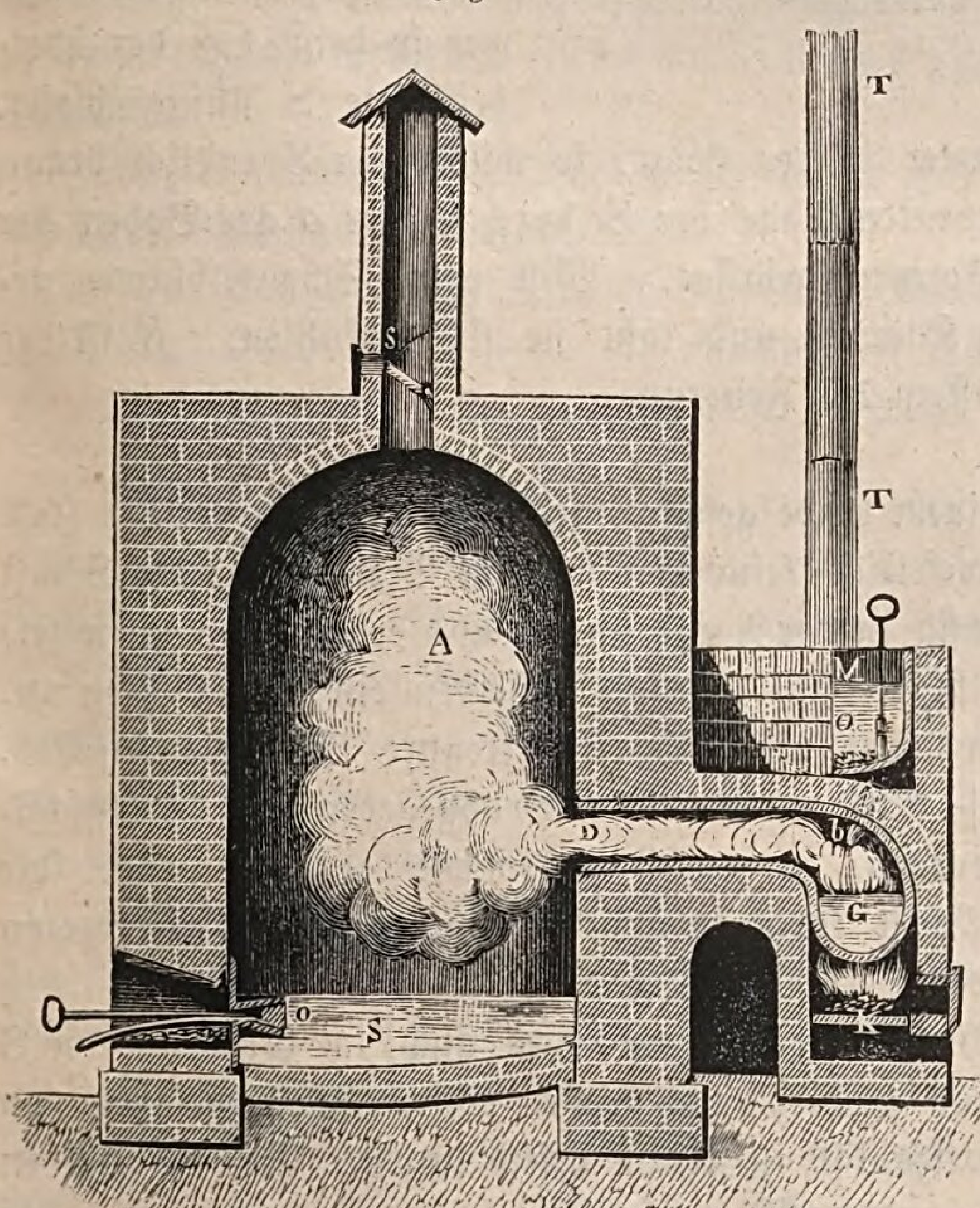
76 Erhitzt man den S in dem Probirglase noch höher, etwa bis 400° C., so fängt er an zu kochen; ein braunrother Dampf erfüllt das Glas, der außerhalb des Glases als gelblicher Rauch erscheint. Dieses Gas nimmt einen mehr als 500mal so großen Raum ein, als der feste S. Der Schwefel kann auch in Gas verwandelt werden, also durch Hülfe der Wärme alle Aggregatzustände durchlaufen.

77 Man schließe ein engeres Glasrohr an einer Seite durch Zuschmelzen, lege etwas S hinein, und ziehe das andere Ende der Glasröhre zu einer etwas geneigten Spitze mit nicht zu kleiner Oeffnung aus; lege einen Draht zum

Halten um die Röhre und erhitze, so kann man den ganzen Inhalt durch die Spitze treiben und den S in ein vorgelegtes Glas tropfen lassen, in welchem derselbe sich als fester S ansammelt. Der S ist also zu destilliren, wie das Wasser. War der S mit anderen Substanzen gemengt, mit Erde, Sand, so bleiben diese in der Röhre zurück. Dies Verhalten benutzt man, um aus dem in Kalk, Gyps ꝛc. natürlich vorkommenden S, wie er sich besonders in vulkanischen Gegenden, auf Sicilien, gediegen findet, reinen S darzustellen. Er wird nämlich in Oefen aus irdenen Töpfen destillirt, in denen die Erdarten zurückbleiben; der in Vorlagen in Wasser tropfende S heißt Rohschwefel. Er wird nochmals in gußeisernen Kesseln umdestillirt und in schwach befeuchtete, hölzerne, cylindrische Formen gegossen, deren Oeffnung ein Stempel schließt, durch den zugleich die erkaltete Schwefelstange herausgestoßen wird. So kommt er in den Handel als Stangenschwefel.

Man schmelze S in einem irdenen Töpfchen, um das man zum Halten einen 78
Draht gelegt hat. Sobald der S zu kochen anfängt, entferne man von der Flamme und setze mit der Oeffnung nach unten ein etwas weitmündiges Fläschchen auf, dessen Rand die Oeffnung des Töpfchens schließt. Der Schwefeldampf erhebt sich in das Glas, und an die kalten Wände setzt sich ein gelbes, zartes Pulver ab. Dies wiederhole man öfters, indem man Sorge trägt, das Glas in kaltem Wasser jedes Mal abzukühlen, bis man eine hinlängliche Menge dieses Pulvers erhalten hat. Dasselbe nennt man Schwefelblumen. Eine Operation, bei der ein fester Körper verflüchtigt und durch Abkühlung wieder in den festen Zustand übergeführt wird, nennt man Sublimation, das Product den sublimirten Körper.

Fig. 16.

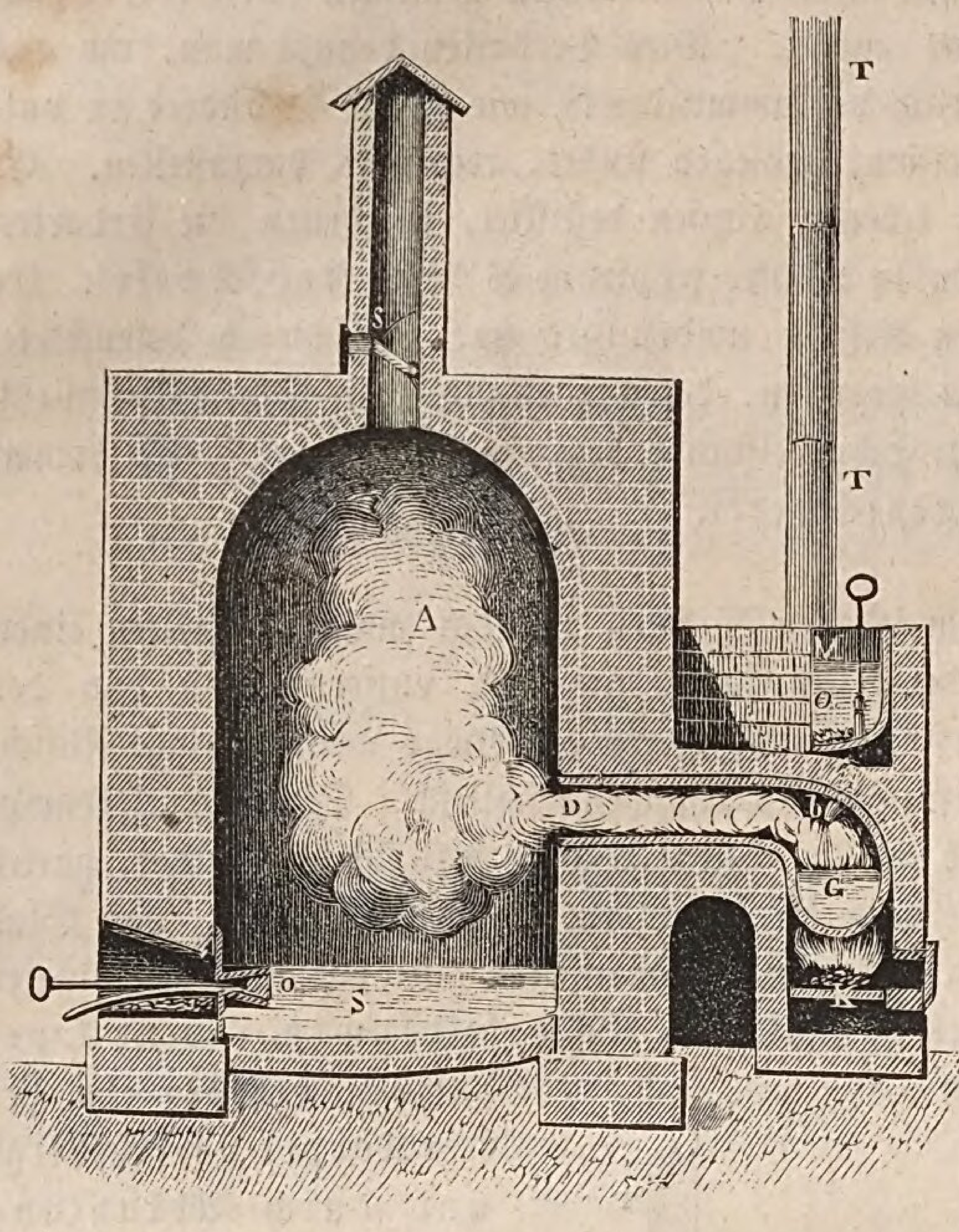


Schwefelblumen heißen daher auch sublimirter Schwefel.

Man hat Fabrikanlagen, in denen die Operationen des Destillirens und Sublimirens des Schwefels zusammen betrieben werden. Der Rohschwefel wird in einem eingemauerten Kessel *M* (Fig. 16) geschmolzen und durch Absetzenlassen von einem großen Theile der fremden Beimengungen

befreit. Durch den Canal b, den ein Stopfventil schließt, gelangt der in etwas geläuterte S in die gußeiserne, eingemauerte Retorte G, wo derselbe verflüchtigt wird. Der gebildete Schwefeldampf gelangt durch den Canal D in eine große, gewölbte Kammer A, die Condensationskammer. Ueber derselben ist ein kurzer Schornstein mit Klappe s angebracht, durch Schnüre zu öffnen und zu schließen.

Fig. 16.



Wird nach einer Unterbrechung zuerst wieder geheizt, so wird diese Klappe oft geöffnet, da die in der Kammer befindliche atmosphärische Luft eine Entzündung des einströmenden Schwefeldampfes und dadurch eine gefährliche Explosion bewirken kann. Man schmilzt ununterbrochen fort; am dritten Tage ist die Kammer so heiß, daß der überdestillirte S flüssig bleibt. Da die Temperatur der Kammer immer steigt, so würde der S endlich braun werden, daher wird am siebenten Tage der S durch Löcher o am Boden der Kammer ab- und in die Formen gelassen. Will man Schwefelblumen gewinnen, so öffnet man die Kammer und läßt sie sich abkühlen. K ist der Feuerraum, $T\,T$ der Schornstein der Feuerung.

79 Man lege in eine an einem Ende geschlossene Glasröhre von etwa 3 Zoll Länge einige Stückchen Schwefelkies (eine messinggelbe Verbindung des S mit Fe, Fe + 2 S, die sich häufig in der Natur findet) und erhitze; der Schwefelkies wird bräunlich, und es lagert sich oberhalb desselben ein rother Ring an, den man nach dem Erkalten leicht als gelben S erkennt. Der Schwefelkies, Zweifach-Schwefeleisen, Fe + 2 S, hat ein Atom S abgegeben und ist Einfach-Schwefeleisen, Fe + S, geworden; er verhält sich so wie die Superoxyde, die ja auch durch Erhitzen einen Theil ihres O abgeben und zu einer niedrigeren Oxydationsstufe reducirt werden.

Dies Verhalten des Schwefelkieses benutzt man auch im Großen, um S zu gewinnen. Die Destillation geschieht aus großen cylindrischen Gefäßen von Gußeisen oder Thon, die horizontal in einem Ofen liegen. Der S wird in kleinen Vorlagen aufgefangen und nachher umgeschmolzen.

Man schmelze in einem Töpfchen S, entferne vom Feuer und lasse erkalten, 80
bis die Oberfläche des geschmolzenen S mit einer Haut sich bedeckt. Diese durchstoße man rasch und kehre das Töpfchen um; der in der Mitte noch flüssige S läuft heraus und man findet den inneren Raum des Töpfchens, das man vorsichtig zerschlägt, mit langen spießigen Krystallen ausgekleidet, welche schiefe rhombische Säulen bilden. Die so erhaltenen Schwefelkrystalle, die oft durch zu starkes Erhitzen etwas gebräunt und durchscheinend sind, werden nach einiger Zeit wieder gelb und undurchsichtig.

Die Natur bildet, besonders in vulkanischen Gegenden, oft sehr schöne Schwefelkrystalle; sie sind durchsichtig und zeigen eine andere Krystallform, das Rhombenoctaëder. In dieser Krystallform krystallisirt der S auch aus Lösungsmitteln, von denen das wirksamste der Schwefelkohlenstoff ist, eine flüchtige, übelriechende Flüssigkeit, die den S leicht löst und nach dem Verdampfen denselben in durchscheinenden Krystallen hinterläßt.

Wir haben bis jetzt zwei Methoden kennen gelernt, Körper krystallisirt zu 81
erhalten, entweder aus einem Lösungsmittel, oder dadurch, daß wir den Körper schmelzen und den flüssigen vom schon erstarrten Theile entfernen.

Der S krystallisirt in zwei Formen; man nennt Körper, die zwei von ein- 82
ander unabhängige Krystallformen zeigen, dimorph, zweigestaltig. Kann ein Körper in mehreren Formen krystallisiren, so heißt er polymorph, vielgestaltig. Ein Körper, der keine regelmäßige Form unter gewissen Umständen annimmt, heißt in diesem Zustande amorph, gestaltlos, wie der braune Schwefel.

Der S kommt also in drei verschiedenen Zuständen vor, die man gewöhnlich durch Buchstaben unterscheidet.

1. Der a S krystallisirt in Rhombenoctaëdern.
2. Der b S » » rhombischen Säulen.
3. Der c S ist der braune, zähe Schwefel.

Wird S über den Kochpunkt erhitzt oder mit einem glühenden Körper be- 83
rührt, so brennt er mit blauer Flamme und verbindet sich mit dem O der Luft zu einem Gase, der schwefligen Säure, die wir schon beim O kennen lernten.

Auf dieser Eigenschaft des S, in Flamme mit dem O der Luft sich bei geringer Erhitzung zu verbinden, beruht seine bekannte Anwendung als Zündmittel, um andere schwerer brennbare Körper zu entzünden, z. B. das Holz, wie bei den gewöhnlichen Schwefelhölzchen.

Streicht man S über ein heißes Blech, das aber nicht so heiß ist, daß es den S entzündet, so erhebt sich vom geschmolzenen S ein weißgelber Rauch; im Dunkeln sieht man eine hohe blaue Flamme, ohne daß man den Geruch nach SO_2 wahrnimmt; es findet also keine vollständige Oxydation, Verbrennung, Statt, sondern eine unvollständige, wie wir beim Phosphor noch näher sehen werden.

84 In einem Probirglase erhitze man S zum Kochen und tauche in den sich entwickelnden rothgelben Schwefeldampf einen Draht, um dessen Ende man Schaumgold, fein ausgewalztes Kupfer, wie man es zum Vergolden der Weihnachtsnüsse gebraucht, gewickelt hat; man sieht dann das Kupfer roth glühen und schmelzen. Es wird eine bleigraue, spröde Substanz, Schwefelkupfer, $Cu_2 S$.

85 Reducirt man CuO in einem Strome von H (s. Nr. 38) bei einer so gelinden Hitze, daß es nicht glüht, und vermischt davon in einem etwas erwärmten Porzellanschälchen ohne starkes Aufdrücken 4 Thle. mit 1 Thl. sehr fein zerriebener Schwefelblumen, so geschieht die Vereinigung zu $Cu_2 S$ unter Erglühen der Masse.

86 Mengt man 4 Thle. Schwefelblumen, ganz fein gepulvert, mit 7 Thln. feiner pulverförmiger Eisenfeile genau in einem Topfe oder in einer Probirröhre und erhitzt die Masse in der Spirituslampe, bis der Schwefel schmilzt, so fängt sie zu rauchen und gleich darauf lebhaft zu glühen an, indem sich die Gemengtheile zu Einfach-Schwefeleisen verbinden, wie wir es bei der Gewinnung des Schwefels aus dem Schwefelkies erhielten (s. Nr. 79).

87 Mengt man in einem Topfe 3 Thle. Eisenfeile mit 2 Thln. S, befeuchtet das Gemenge mit 2 Thln. Wasser und stellt an einen warmen Ort, so erhitzt sich nach einiger Zeit die Masse, fängt an zu dampfen und hinterläßt ein schwarzes Pulver, ebenfalls Fe S.

88 An das eine Ende eines dünnen, spiralförmig gewundenen Eisendrahtes (wie beim O, Nr. 8) befestige man ein Stückchen K oder Na und tauche es in den Dampf von in einer Probirröhre kochendem Schwefel; das K oder Na entzündet sich und erhitzt den Draht so, daß er sich ebenfalls entzündet und sich mit dem S zu Fe S verbindet, das in Tropfen herabfällt.

89 Erhitzt man eine Stange Schmiedeeisen bis zum Weißglühen, bis sie Funken sprüht, und bestreut sie mit S, so fließt das gebildete Schwefeleisen davon herunter und kann gesammelt werden. In der Chemie gebraucht man viel Schwefeleisen, und man verfährt, um es zu gewinnen, wohl am besten auf folgende Art: In einem Windofen oder vor der Esse erhitzt man in einem Tiegel rostfreie Nägel bis zum Weißglühen und wirft S in Stücken darauf; das Eisen verbindet sich mit dem S und schmilzt nach und nach, wobei nach jedem Hineinwerfen eines Stückes S ein schönes, rothes Licht den ganzen Tiegel erfüllt. Das geschmolzene Fe S wird dann auf einen trockenen Stein ausgegossen, in Stücke zerschlagen und in trockenen Flaschen aufbewahrt. Es erscheint auf der Bruchfläche dunkel messinggelb, oft braun und bunt angelaufen.

90 In allen Versuchen unter Nr. 84 bis 89 sahen wir bei der Vereinigung des S mit den Metallen Licht und Wärme wie beim O frei werden. Bei jeder chemischen Verbindung wird Wärme frei, und zwar in um so höherem Grade, je größer die chemische Affinität der Körper zu einander ist, obgleich die Wärmeentwickelung sich nur selten zur Lichtentwickelung steigert.

Der S verbindet sich, wie der O, fast mit allen anderen Elementen, und hat nach dem O die stärkste chemische Affinität. Fast mit allen Metallen geht er Verbindungen ein, von denen sich viele in der Natur als Schwefelmetalle vorfinden. 91

Der S verbindet sich mit anderen Körpern in verschiedenen, fest bestimmten Mengen; man nennt diese Verbindungen Schwefelungsstufen. Diejenige Stufe, welche die größere Menge S enthält, nennt man Sulfid, die mit der geringeren Sulfür. Der S wird in der Heilkunde gebraucht; besonders viel aber verwendet zur Bereitung des Schießpulvers und der Schwefelsäure. 92

Verbindungen des Schwefels.

Mit dem O geht der S sieben Verbindungen ein, die alle Säuren sind: 93

1. Die Schwefelsäure (Monothion-Säure) . . . SO_3
2. Die schweflige Säure (monothionige Säure) . SO_2
3. Die Unterschwefelsäure (Dithion-Säure) . . $S_2 O_5$
4. Die unterschweflige Säure (dithionige Säure) $S_2 O_2$
5. Die Trithion-Säure . . . . $S_3 O_5$
6. Die Tetrathion-Säure . . . . $S_4 O_5$
7. Die Pentathion-Säure . . . . $S_5 O_5$.

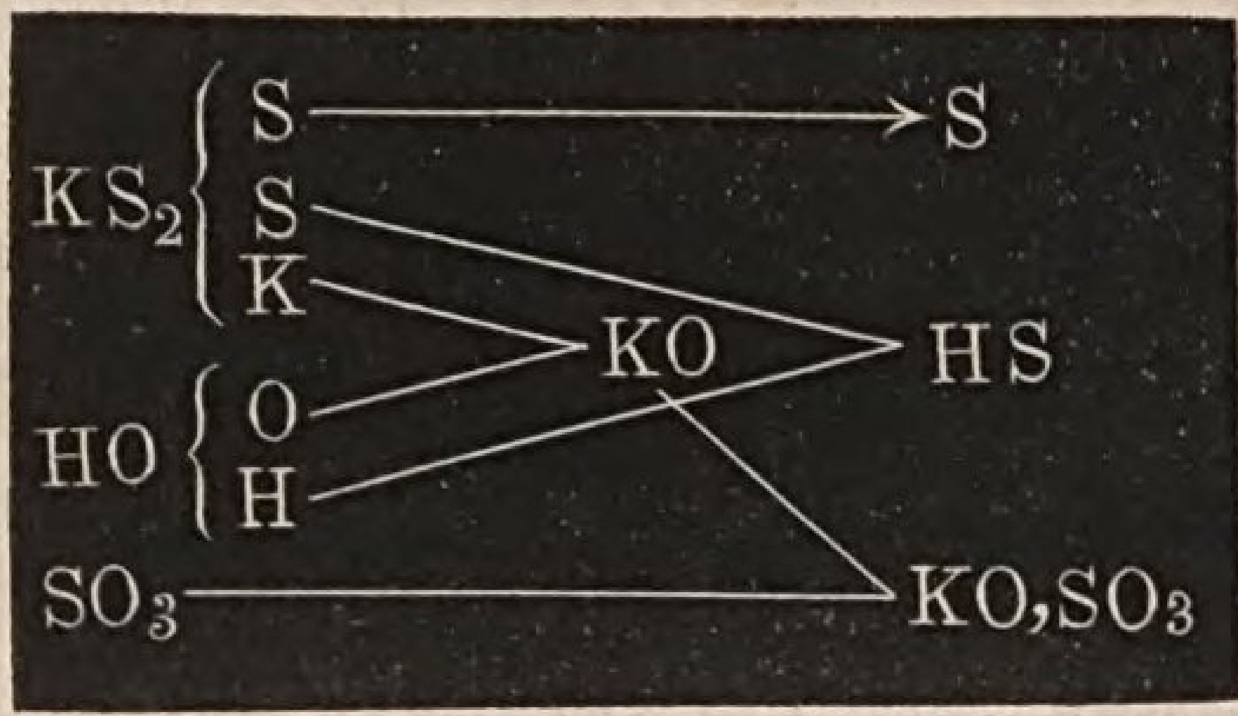
Mit dem H bildet der S zwei Verbindungen, den Schwefelwasserstoff oder Wasserstoffsulfid, und das Wasserstoffsupersulfid.

Schwefelwasserstoff, HS.

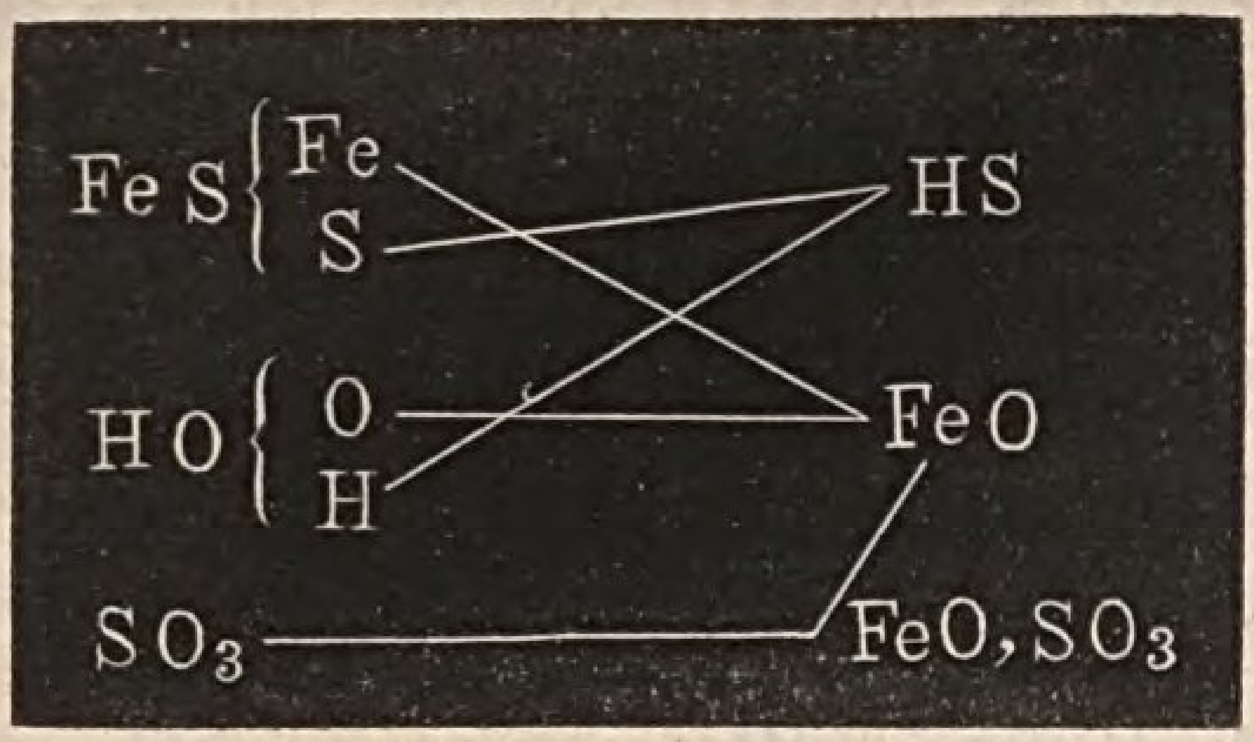
Man löse in einer Probirröhre oder in einem Kölbchen KO (Aetzkali) in Wasser auf, setze etwas S zu und koche; die Flüssigkeit löst den S wenigstens zum Theil auf und färbt sich braungelb. Gießt man vom ungelösten S ab und setzt eine Säure, etwa SO_3, HO, zu, so wird die Flüssigkeit milchig und setzt ein gelblichweißes Pulver ab, das man auf ein Filter bringt, mit Wasser auswäscht und trocknet. Das Präcipitat, d. h. das zu Boden gefallene Pulver, ist S in sehr feiner Vertheilung, den man Schwefelmilch oder präcipitirten Schwefel nennt; geschmolzen nimmt er wieder die gelbe Farbe an. Beim Zusatze der SO_3, HO braust die Flüssigkeit etwas und entwickelt eine Gasart, die sehr unangenehm riecht, nach faulen Eiern, Schwefelwasserstoff. Lackmuspapier, in das Gas gebracht, röthet sich schwach; es wirkt also wie eine schwache Säure, weshalb man es auch Schwefelwasserstoffsäure, Hydrothionsäure, genannt hat; seiner sonstigen Eigenschaften wegen wird es schon hier aufgeführt. 94

Durch das Kochen des KO mit S entsteht eine Verbindung zwischen S und K, Schwefelkalium, KS_2, welche durch die SO_3, HO zerlegt wird; zugleich wird Wasser zersetzt, ein Theil S wird ausgeschieden, ein anderer verbindet sich

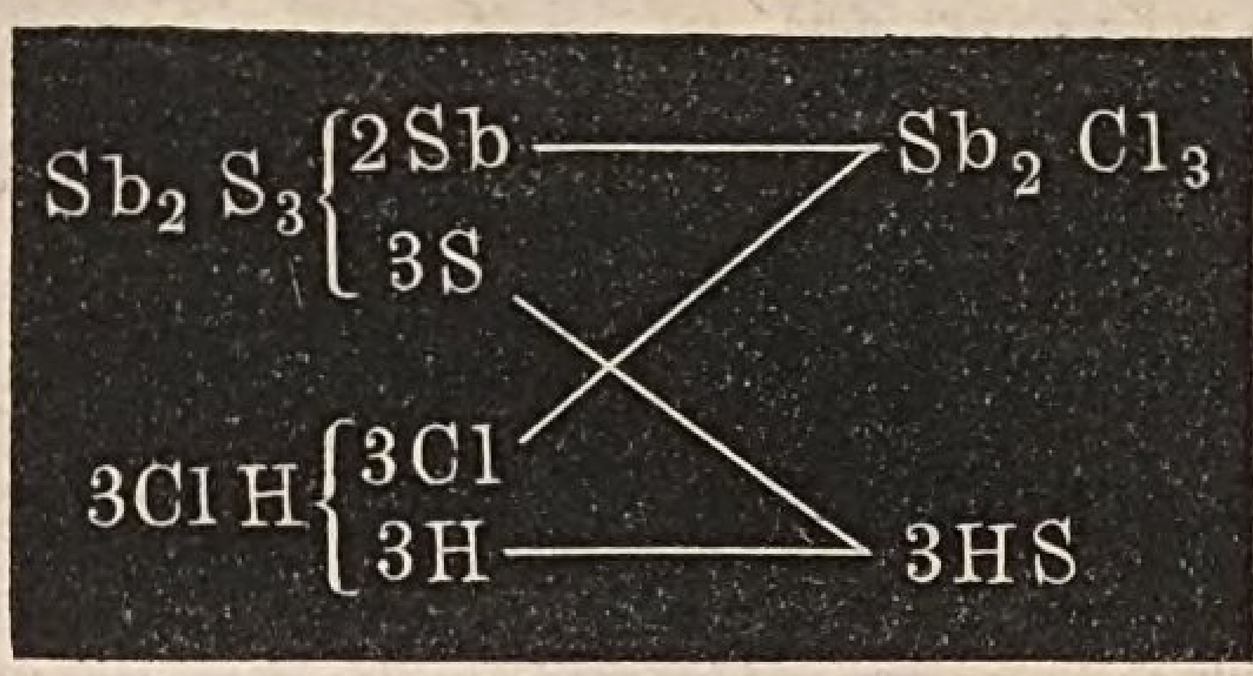
mit dem H des Wassers zu HS, der O des Wassers geht zum K und macht KO, das wiederum mit der SO_3, HO zu schwefelsaurem Kali sich verbindet.



95 Das HS bereitet man am besten aus Schwefeleisen (s. Nr. 89), das man in Stücken in eine Entwickelungsflasche legt, so eingerichtet, wie wir beim H gesehen haben; in die Flasche giebt man etwas Wasser und gießt durch den Trichter SO_3, HO nach. Es wird sich bald HS entwickeln nach folgendem Schema:



Als Rückstand erhält man also schwefelsaures Eisenoxydul, das man leicht, wie beim H gesagt, in Krystallen mit 7 Atomen Wasser darstellen kann. Wollte man Schwefelkalium anwenden, so würde die Entwickelung zu stürmisch eintreten, wenigstens nicht so geregelt werden können, wie es bei Anwendung des Fe S leicht ist. Statt der Schwefelsäure kann man auch Salzsäure anwenden. War das Schwefeleisen nicht ganz rein und enthielt Eisen beigemengt, so findet sich in dem Gase freies Wasserstoffgas. Ein reines Gas erhält man durch Erhitzen von gepulvertem Schwefelantimon, Schwefelspießglanz, mit Salzsäure in einem Kolben oder Retorte; Schwefelantimon, das man in jeder Apotheke erhalten kann, ist eine Verbindung von 2 At. des Metalles Antimon (Stibium), 2 Sb, mit 3 S, also gleich $Sb_2 S_3$; die Salzsäure ist eine Verbindung von 1 At. H mit 1 At. Chlor, Cl H, einem einfachen Körper, den wir bald werden kennen lernen; das Antimon verbindet sich mit dem Chlor zu Chlorantimon, der S des Schwefelantimons mit dem H zu HS, nach folgendem Schema:



(Chlorantimon)

96 Das Schwefelwasserstoffgas ist farblos; specif. Gew. = 1,18. Es kann zu einer farblosen, leicht beweglichen Flüssigkeit durch starken Druck und gleich-

zeitige Abkühlung condensirt werden. Es ist schädlich für die Gesundheit, doch kann in einem Zimmer die Luft schon recht unangenehm riechen, ohne Schaden zu thun. In größerer Menge eingeathmet erregt es Entzündung der Respirationsorgane; rein eingeathmet wirkt es tödtlich. Ein Vogel stirbt in einer Luft, die $^1/_{1500}$ ihres Volumens HS enthält, ein Hund bei $^1/_{800}$. Es ist daher Vorsicht anzurathen, und bei Versuchen mit dem Gase dahin zu sehen, daß ein Luftzug stattfindet, wodurch es fortgeführt wird.

Wasser absorbirt das Gas in beträchtlicher Menge, das davon den Geruch 97
nach faulen Eiern annimmt und Schwefelwasserstoffwasser genannt wird. Um es darzustellen, versehe man die Entwickelungsflasche mit einer senkrecht abwärts gekrümmten Röhre, die in ein Glas mit kaltem Wasser taucht.

Das Schwefelwasserstoffwasser, dessen man sich in vielen Fällen statt des Gases bedient, enthält auf 1 Volumen $2^1/_2$ Volumina HS; es ist anfangs farblos, wird aber nach einiger Zeit in schlecht geschlossenen Flaschen milchig von abgesetztem S, Schwefelschlamm, in Folge der Einwirkung des O der atmosphärischen Luft, der mit dem H des HS sich zu Wasser verbindet und den S freiläßt. Man muß daher das Schwefelwasserstoffwasser in gut verkorkten Flaschen aufbewahren, die man auf die Körke in mit Wasser gefüllte Töpfchen stellt; ohne diese Vorsicht setzt sich bald aller S ab, und man hat wieder Wasser. Durch Kochen kann man leicht den absorbirten HS vollständig vertreiben.

Nachdem die Entwickelung einige Zeit gedauert hat, nähere man dem aus 98
dem Entwickelungsrohre strömenden Gase einen brennenden Spahn; es entzündet sich und brennt mit bläulicher Flamme; das HS ist brennbar. Es verschwindet dann der Geruch nach faulen Eiern, und es tritt der nach SO_2 auf. Man halte über der Flamme ein Stück feuchtes Lackmuspapier: es wird geröthet, da der S mit dem O der atmosphärischen Luft zu SO_2 verbrennt; man stürze ein trockenes Glas über die Flamme: es beschlägt, da der O der atmosphärischen Luft mit dem H des HS Wasser bildet. Wird es mit Luft gemengt und dann angezündet, so explodirt es mit Heftigkeit, weshalb man dieselbe Vorsicht wie beim H zu beobachten hat.

Man gieße in eine Flasche mit HS gefüllt etwas rothe rauchende Salpeter- 99
säure (in jeder Apotheke zu haben), so wird das Gas sogleich zersetzt; die Flasche füllt sich mit braunen Dämpfen (auch eine Säure, die salpetrige Säure), und an den Wänden der Flasche setzt sich S ab. — Wenn man die Flasche, die in diesem Falle größer sein muß, etwa von 8 Kubikzoll Inhalt, mit dem Finger sogleich nach dem Zusatze von Salpetersäure schließt, so entzündet sich das Gas mit schwacher, gefahrloser Explosion, die den Finger lüftet; da nämlich das Gas sich nicht ausdehnen kann, so verstärkt sich die Hitze so sehr, daß es sich entzündet.

Man verbinde mit der Entwickelungsflasche eine Reductionsröhre wie beim 100
H und lege einige Stückchen Blei oder Zinn hinein. Schmilzt man nun durch die Spiritusflamme das Metall, während HS darüber streicht, so entsteht Schwefelblei, Schwefelzinn, graue, krystallinische Massen, und das H wird frei, so

daß man es anzünden kann. Man lege in die Röhre Mennige, ein rothes, schweres Pulver, das aus Bleioxyd und Bleisuperoxyd besteht und als rothe Farbe vielfach benutzt wird, und erhitze wie vorher; es entsteht ebenfalls grauschwarzes Schwefelblei, zugleich aber setzt sich an den kälteren Stellen der Röhre Wasser an; in diesem Falle nämlich findet der H des Schwefelwasserstoffs O in der Mennige und verbindet sich mit demselben zu HO.

So verhalten sich noch viele andere Metalle und Metalloxyde.

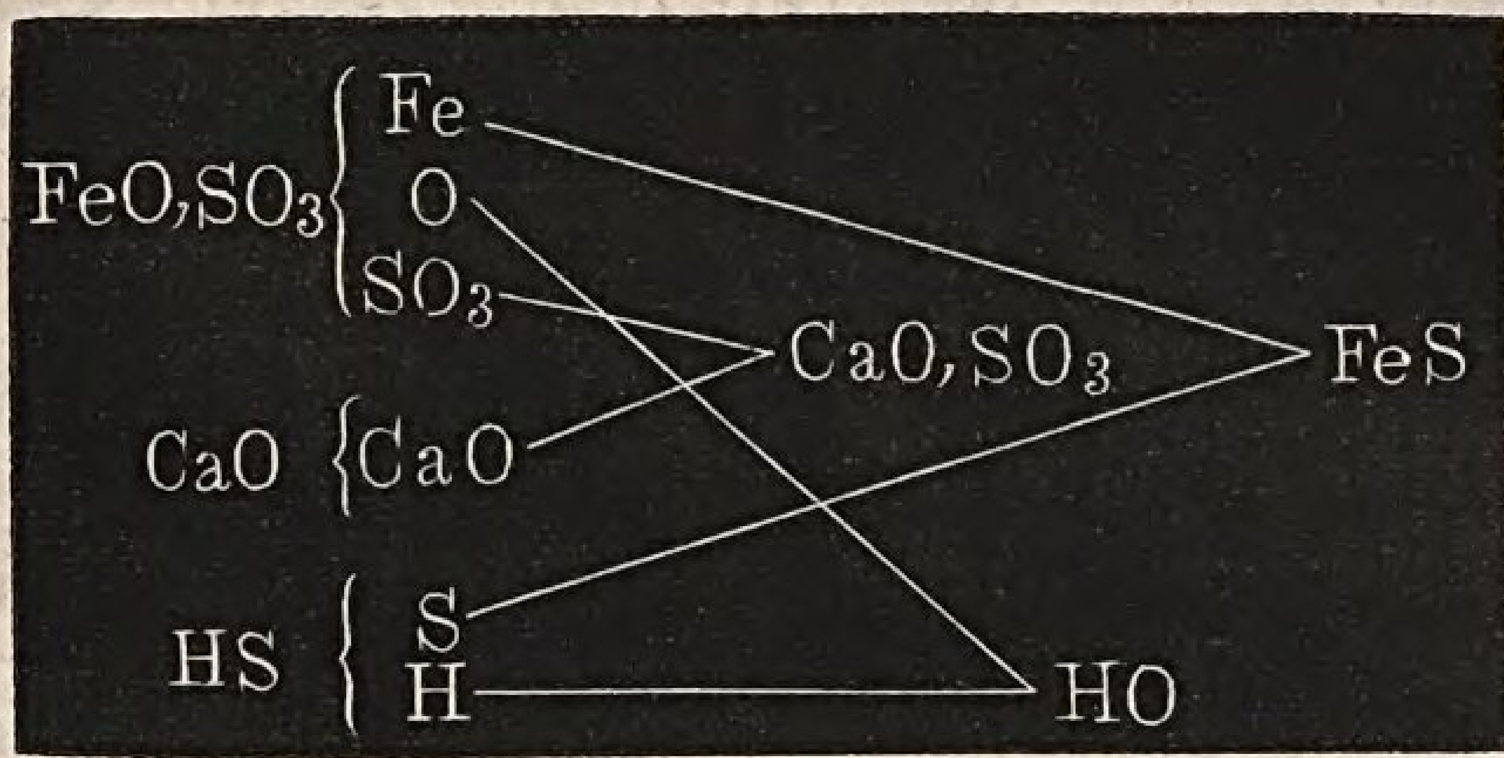
101 Hält man dem ausströmendem HS eine polirte Silberfläche, etwa die Rückseite einer Taschenuhr oder eine blanke Münze, entgegen, so erscheint bald auf dem Metalle ein brauner Fleck von Schwefelsilber; ebenso verhält sich eine blanke Kupferfläche; es entsteht Schwefelkupfer. Polirte Silber-, Gold-, Kupfer- oder Messingflächen überziehen sich in einer Atmosphäre von HS bald mit einer Haut von Schwefelmetall, sie werden blind, weshalb man da, wo man mit HS operirt, alle Gegenstände entfernen muß, die auf diese Art leiden könnten. Dieselbe Schwärzung, wie durch das Gas, tritt übrigens ein, wenn man einen Tropfen Schwefelwasserstoffwasser auf die Flächen träufelt.

Feuchte Zündhölzchen entwickeln auch wohl dies Gas, das nun Silbergeräthe schwärzt, die in seinem Bereiche sich etwa finden.

Eisen und Zink werden nicht durch HS geschwärzt.

102 Man leite HS in Lösungen verschiedener Metallsalze, indem man verfährt wie bei der Bereitung des Schwefelwasserstoffwassers. Bleizucker, essigsaures Bleioxyd, setzt ein schwarzbraunes Pulver ab, Schwefelblei, PbS, als eine unlösliche Verbindung, die abfiltrirt werden kann; die Essigsäure bleibt im Wasser. Das Bleioxyd wird hierbei zerlegt, sein O geht zum H des HS und macht HO, während der S sich mit dem Pb verbindet. Auf diese Art kann man alles Bleioxyd ausfällen und die Essigsäure rein gewinnen.

Aus einer Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd, CuO, SO_3, wird Schwefelkupfer, CuS, braunschwarz gefällt; ebenso salpetersaures Silberoxyd, AgO, NO_5, Höllenstein, den man in der Apotheke erhält. Salpetersaures Quecksilberoxydul, das man durch Auflösen von Hg in Salpetersäure erhält, wird schwarz gefällt. Antimonsalze, wie das Nr. 95 erhaltene Chlorantimon, geben gelbe Niederschläge, sowie Chlorzinn, das die Färber als Zinnsalz, Zinnbeize, gebrauchen. Manche Metalle, wie aus den Eisen-, Zink-, Mangansalzen, werden nicht unmittelbar durch HS ausgefällt, wenn sie mit starken Säuren verbunden sind; so bleibt schwefelsaure Eisenoxydullösung klar; setzt man aber Kalkwasser oder Soda zu, so wird sogleich Schwefeleisen als tiefschwarzes Pulver gefällt, indem der Schwefelsäure eine stärkere Basis, der Kalk oder die Soda, geboten wird, wogegen sie das Eisenoxydul verläßt, wie folgendes Schema nachweist:



Manche Metalle, z. B. das Zink, werden gefällt, wenn sie als Salze mit einer schwachen Säure verbunden sind; Zink z. B. weiß. Träufelt man in eine Lösung von schwefelsaurem Manganoxydul (siehe Nr. 19) eine Lösung von essigsaurem Bleioxyd, so fällt ein weißes Pulver zu Boden, schwefelsaures Bleioxyd, das unlöslich ist, und es entsteht essigsaures Manganoxydul, das in der Lösung bleibt; setzt man das Einträufeln so lange fort, als noch ein Niederschlag erfolgt, so hat man in der Lösung nur essigsaures Manganoxydul, das man durch Abdampfen in blaßrosenrothen Krystallen erhalten kann. Aus dieser Lösung schlägt HS Schwefelmangan als ein fleischfarbiges Pulver nieder.

103 Das essigsaure Bleioxyd und das schwefelsaure Manganoxydul zersetzen sich gegenseitig; die stärkere Schwefelsäure bemächtigte sich des Bleioxyds vermöge ihrer größeren Verwandtschaft, wogegen von demselben die Essigsäure zum Manganoxydul ging; die Säuren tauschten ihre Basen gegenseitig aus, nämlich:

Schwefelsäure + Manganoxydul

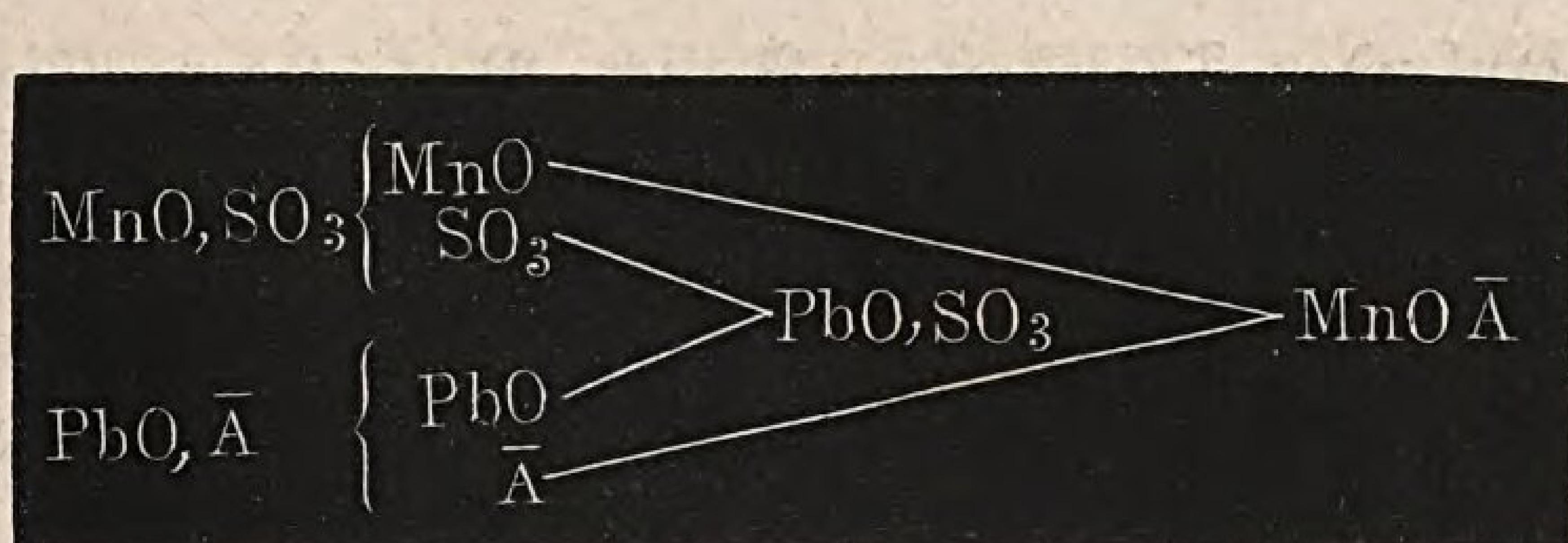
Essigsäure + Bleioxyd

Essigsäure + Manganoxydul   Schwefelsäure + Bleioxyd,

oder in Zeichen:

Schwefelsaures Manganoxydul

Essigsaures Bleioxyd



$\bar{A}$ ist das Zeichen für Essigsäure, Acetum.

Man nennt diesen Act der Verwandtschaft doppelte Wahlverwandtschaft.

104 Vermöge der Eigenschaft des HS, einige Metalle zu fällen, andere nicht, bedient man sich dieses Gases, um Metalle, die in einer Flüssigkeit zusammen vorkommen, von einander zu trennen. Löst man z. B. Messing, das wesentlich aus Kupfer und Zink besteht, in Salpetersäure auf und leitet HS durch die

Lösung, so kann man das Cu ganz entfernen, das als Schwefelkupfer zu Boden fällt, während Zink in der Lösung bleibt.

105 Man koche scharfen Essig in einem Thonscherben mit hellgelber Glasur — Bleiglasur — und leite dann HS durch die Lösung oder träufele etwas Schwefelwasserstoffwasser hinein, so giebt die bräunliche Färbung des Essigs bald die Gegenwart von essigsaurem Bleioxyd zu erkennen; ein Beweis, wie vorsichtig man sein muß, saure Gemüse in irdenen Gefäßen zu kochen, da der Bleizucker für den menschlichen Körper ein Gift ist. Wein kommt wohl bleihaltig vor, eine Fälschung, die der Gesundheit ebenfalls sehr nachtheilig ist und die vorgenommen wird, um die in saurem Weine enthaltene Essigsäure durch zugesetztes Bleioxyd zu binden, wodurch dem Weine der süße Geschmack des essigsauren Bleioxyds — daher Bleizucker — gegeben wird; träufelt man in solchen Wein Schwefelwasserstoffwasser, so giebt die braune Färbung, die der Wein annimmt, diese Fälschung gleich zu erkennen. Man nennt diese Art, den Wein zu prüfen, nach ihrem Entdecker »die Hahnemann'sche Weinprobe«. — Auf diese Art wird in der Chemie HS häufig angewandt, um in einer Flüssigkeit die Gegenwart eines Metalles nachzuweisen, wobei die eigenthümliche Färbung des Niederschlages in vielen Fällen einen sicheren Schluß auf die Art des Metalles zuläßt.

106 Körper, die durch ihre chemische Einwirkung auf andere zu untersuchende, durch Farben- oder Formveränderungen charakteristische Erkennungsmittel der Bestandtheile einer chemischen Verbindung abgeben, nennt man Reagenzien. So ist HS ein Reagenz auf Metallsalze, und zwar ein sehr empfindliches, wie folgender Versuch beweist:

Man schreibe mit einer Feder einige Worte mit Bleizuckerlösung auf Papier und lege es unter den Deckel eines Buches; unter den andern Deckel lege man ein durch eine Lösung von Schwefelkalium gezogenes Papier. Nach einigen Stunden ist die vorher unsichtbare Schrift braun oder schwarz zum Vorschein gekommen. Papierstreifen, durch eine Bleizuckerlösung gezogen, zeigen durch Bräunung sehr schnell die Gegenwart von HS an.

107 Aus faulenden Thierstoffen, Fleisch, Blut, Harn, Eiern 2c., entwickelt sich HS, das sich aus den kleinen Antheilen von S, der in diesen Stoffen enthalten ist, und aus dem H des Wassers bildet. In manchen Pflanzenstoffen, in Hülsenfrüchten besonders, findet sich auch S; so in Senf und Meerrettig. Beim Faulen entwickeln diese Stoffe HS. Schwefelwasserstoff kommt auch in Quellen vor, wie in der Heilquelle von Aachen und anderen Orten.

108 Das Wasserstoffsupersulfid, das noch einmal so viel S enthält, wie das Wasserstoffsulfid, $= HS_2$, bereitet man auf folgende Art:

Man kocht gelöschten Kalk in Wasser mit S; die Flüssigkeit färbt sich erst gelb, dann nach und nach rothbraun; gießt man ab und dampft weiter ein, so erhält man gelb- und röthlichgefärbte Schuppen und Krystalle, Schwefelcalcium, CaS_2. Dann fülle man einen unten verkorkten Glastrichter mit Salzsäure und setze concentrirte Schwefelcalciumlösung in dünnem Strahle zu. Die Säure

wird erst milchig, dann sammelt sich in der Röhre des Trichters eine ölige, gelbe Flüssigkeit, die HS_2 ist; man lüftet dann vorsichtig den Kork und läßt die Tropfen in ein Gläschen ablaufen. Hierbei wird CaS_2 so zersetzt, daß sich HS bildet und S sich ausscheidet, der aber mit dem HS sich zu HS_2 verbindet. Es ist eine Flüssigkeit von widrigem Geruch, die viel Aehnlichkeit mit dem Wasserstoffsuperoxyd hat. Sie zersetzt sich leicht in HS und S, und kann nur unter concentrirter Salzsäure einige Zeit bewahrt werden. Ein Tropfen, auf die Haut gebracht, erzeugt einen weißen Fleck und verursacht einen stechenden Schmerz. Streut man Kohle oder Mangansuperoxyd hinein, so entwickelt sich HS. Bringt man einige Tropfen auf Fließpapier, so verflüchtigt sich HS und es bleibt eine klebrige, übelriechende Flüssigkeit, die erst nach einigen Tagen erstarrt. In Aether löst es sich; die Lösung setzt aber bald S in Krystallen ab.

Mit dem N bildet der S nur eine Verbindung. 109

Aufgabe 1: a. Wie viel Pfund S erhält man durch Erhitzen von 110
3 Pfund Schwefelkies, alle Verluste ungerechnet?

b. Wie viel Einfach-Schwefeleisen bleibt als Rückstand?

Antwort: a. 0,8 Pfund = $25^1/_2$ Loth S.

b. 2 Pfund $6^1/_2$ Loth.

Aufgabe 2: a. Wie viel Pfund Einfach-Schwefeleisen erhält man aus 2 Pfund Schlageisen, Nägel?

b. Wie viel S muß zugesetzt werden?

Antwort: a. $3^1/_7$ Pfund Schwefeleisen.

b. Also muß man $1^1/_7$ Pfund S zusetzen, d. h. wenn gar kein S verbrennt, was immer stattfindet.

Aufgabe 3: a. Wie viel HS entwickelt sich aus dieser Menge Schwefeleisen?

b. Wie viel SO_3,HO ist zuzusetzen?

c. Wie viel krystallisirten Eisenvitriol erhält man?

V. Selen, Selenium, Se.

Das Selen ist ein seltener Körper, der in der Natur meist mit Metallen 111
verbunden vorkommt, als Selenblei rc. Es ist fest, spröde, bräunlichschwarz, in dünnen Stückchen blutroth durchscheinend, vom specif. Gewicht = 4,3. Es ist nicht so flüchtig als S, in seinen Verbindungen aber demselben analog. Bei 200° C. schmilzt Se, bei 700° C. verwandelt es sich in ein dunkelgelbes Gas, nimmt also alle Aggregatzustände an. Entzündet brennt es mit blauer Flamme und verbreitet einen Geruch nach faulen Rüben oder Rettigen; es bildet sich selenige Säure.

Mit dem O bildet Se zwei Säuren, die selenige Säure, SeO_2, und die Selensäure, SeO_3.

Mit dem H bildet es den Selenwasserstoff, HSe.

Fragen und Aufgaben zu schriftlicher Ausarbeitung.

a. Eigenschaften des Schwefels! b. Was heißt sublimiren? c. Wie unterscheiden sich die beiden chemischen Vorgänge der Sublimation und der Destillation? d. Welche Körper nennt man dimorphe, polymorphe, amorphe? e. Wozu dient der Ueberzug von S an den Zündhölzchen? f. Bei welchen Versuchen zeigt sich die starke Affinität des S zu vielen Metallen? g. Was wird aus dem Schwefelkies durch Erhitzen? h. Welche Analogie findet Statt zwischen dem O und dem Schwefel? i. Eigenschaften des Schwefelwasserstoffs! k. Was ist ein Präcipitat? l. Was entsteht, wenn HS verbrennt? m. HS ist wodurch leicht in seine Bestandtheile zu zerlegen? n. Was entsteht, wenn HS Gelegenheit hat, sich mit Hülfe der Wärme mit Metallen zu verbinden? Was, wenn mit Oxyden? o. Was sind die Niederschläge, die sich oft bilden, wenn man HS in Auflösungen von Metallsalzen leitet? p. Vermöge welcher Eigenschaft kann HS dazu dienen, aus einem Gemenge von Metallsalzen einige als Schwefelmetalle zu entfernen, während andere in Lösung bleiben? q. Was ist doppelte Wahlverwandtschaft? r. Wie heißen die drei Weisen, auf welche sich die Affinität äußert, und wie sind sie zu charakterisiren? s. In wiefern darf HS eins der empfindlichsten Reagenzien genannt werden, um Metalle in Metallsalzlösungen zu erkennen? t. Eigenschaften des Wasserstoffsupersulfids! u. Eigenschaften des Selen's!

VI. Phosphor, Phosphorus, P.

112 Der Phosphor ist rein fast farblos oder gelblich, röthlich gefärbt; oft mit einer undurchsichtigen weißen Kruste bedeckt.

Bei gewöhnlicher Sommerwärme ist er weich und biegsam, wie Wachs; bei 0° spröde und hart. Im Handel kommt er in Stangen geformt vor.

113 P entzündet sich schon bei 60° bis 70° C., oft schon bei geringer Reibung, durch die Wärme der Finger. Er verbindet sich sehr begierig mit O, weshalb man ihn unter Wasser, worin er unlöslich ist, aufbewahren muß. Seiner Leichtentzündlichkeit wegen muß man ihn immer mit Vorsicht behandeln; Brandwunden, durch ihn verursacht, sind sehr gefährlich und schwer zu heilen. Will man ein Stück P zum Gebrauche von einer Stange abschneiden, so fasse man dieselbe mit der linken Hand mittelst eines nassen Tuches; lege sie so auf

den Tisch und schneide mit einem scharfen Federmesser, so lange der P noch naß ist; ein Gefäß mit Wasser halte man bereit, um den P, wenn er sich entzünden sollte, gleich eintauchen zu können. Das abgeschnittene Stück trockne man mit Fließpapier, ohne zu drücken oder zu reiben.

Man lege ein Stück P in eine Probirröhre und fülle sie mit Wasser; erwärmt man, doch nicht zum Kochen, so sieht man den P zu einer klaren, durchsichtigen Flüssigkeit schmelzen, bei etwa 40° C. Beim Erkalten erstarrt er, ohne Krystallform anzunehmen. Der P ist leicht schmelzbar, nimmt aber nicht so leicht Krystallform an, wie S. 114

P siedet bei einer Temperatur von 290° C. und verwandelt sich in einen farblosen Dampf; man kann P aus einem Glasgefäße in ein anderes überdestilliren, was aber nur mit großer Vorsicht geschehen kann und zwar in Gefäßen, die keinen O enthalten, indem er sich sonst entzünden und das Destillationsgefäß sprengen könnte. 115

Der P kann also alle drei Aggregatzustände durchlaufen.

Bringt man Aether auf P und läßt in einem gut verschlossenen Gefäße unter öfterem Umschütteln mehrere Wochen stehen, so enthält der Aether ziemlich viel P gelöst. Sehr viel P löst auch Schwefelkohlenstoff, sowie gereinigtes Steinöl, starker Weingeist. Fette und flüchtige Oele lösen ebenfalls den P, namentlich Nelkenöl: man gebe Nelkenöl in einem Fläschchen über P und stelle es in ein Gefäß mit heißem Wasser; der P schmilzt und löst sich in dem Oele; 1 Loth Oel löst etwa 15 Gran P. 116

Wie der S schießt aus solchen Flüssigkeiten der P in Krystallen an. Zu diesem Zwecke löst man in einem bedeckten Gefäße in kochend heißem Steinöl so viel P, als dasselbe lösen kann; läßt man langsam erkalten, so schießt der Theil des P, den das Steinöl in heißem Zustande mehr löst als in kaltem, in Krystallen an, die sich oft als Rautendodecaëder erkennen lassen. Schwefelkohlenstoff hinterläßt nach dem Verdunsten ebenfalls den gelösten P in Krystallen. Schmilzt man 2 Thle. P und 1 Thl. Schwefelblumen unter Wasser zusammen und läßt erkalten, so scheidet sich ebenfalls der P oft in schönen Krystallen aus; es hat sich Schwefelphosphor gebildet und dieser löst in warmem Zustande viel P. Das Zusammenschmelzen geschieht unter Wasser in einem Glaskölbchen, das man in heißes Wasser taucht; in den geschmolzenen P trägt man nach und nach den S ein; Vorsicht hat man auch hier zu beobachten, indem der Schwefelphosphor sich noch leichter entzündet, als P für sich. 117

Man nehme ein Stückchen abgetrockneten P auf eine Messerspitze; man bemerkt, daß den P ein weißer, sich immer erneuernder Nebel umgiebt, der im Dunkeln leuchtet, wie der P selbst, welche Eigenschaft ihm auch den Namen gegeben hat; Phosphor heißt »Lichtträger« (von phos, Licht, und phoros, tragend). Schreibt man mit einem Stückchen P auf schwarzes Papier, so erscheinen im Dunkeln die Schriftzüge leuchtend und ein weißer Nebel steigt 118

von ihnen auf; hören sie zu leuchten auf, so braucht man nur mit der Hand darüber zu fahren, um das Leuchten wieder hervorzubringen. Man gieße einige Tropfen der Lösung von P in Aether oder Nelkenöl auf die Hand und verreibe die Lösung rasch, wobei der Aether sich verflüchtigt und P in sehr feiner Vertheilung zurückbleibt; die Hände fangen dann zu leuchten an, und es verbreitet sich von denselben oben genannter Nebel. Benetzt man ein Stück Zucker mit der Lösung von P in Aether oder Schwefelkohlenstoff und wirft es an einem dunkeln Orte in ein Gefäß mit Wasser, so erscheinen auf der Oberfläche des Wassers Lichtwellen, besonders wenn man sanft darauf bläst. Träufelt man einige Tropfen der Lösung von P in Schwefelkohlenstoff oder Aether auf Wasser in einem klaren Fläschchen und verschließt, so erzeugt sich ein strahlendes Licht, das auf der Wasserfläche sich hinschlängelt. Wenn das Leuchten aufhört, so hat man nur das Fläschchen zu öffnen und hineinzublasen, wodurch das Leuchten wieder für einige Zeit beginnt.

119 Die Ursache aller in Nr. 118 angeführten Erscheinungen ist die Oxydation des P; in diesem Falle, wie beim S (siehe Nr. 83), eine langsame oder unvollständige Verbrennung. Während des Leuchtens verbreitet der P einen knoblauchartigen Geruch; der aufsteigende Nebel röthet ein Stück feuchten Lackmuspapiers, und bringt auf der Zunge einen sauren Geschmack hervor; es bildet sich eine Säure, die phosphorige Säure, PO_3. Diese gasförmige Säure verbindet sich mit dem Wasserdampfe der Atmosphäre und erzeugt so den Nebel. Das Aufhören des Leuchtens des P im verschlossenen Raume und das Wiederaufleuchten desselben, wenn man hineinbläst, erklärt sich aus der Abwesenheit und dem Wiederzuführen des O.

120 Entzündet man P an der Luft, so verbrennt er mit stark leuchtender Flamme und erzeugt einen dicken weißen Rauch, Phosphorsäure, PO_5, wie schon beim O angegeben. Zündet man den P in einem Schälchen an und überdeckt dasselbe mit einer trockenen Glasglocke, so setzt sich die PO_5 in weißen, zarten Flocken an den Wänden des Glases ab. Beim Abkühlen der Glocke verschwinden die Flocken und es sammelt sich in dem Schälchen ein saures Wasser, flüssige PO_5; die trockne PO_5 zieht begierig Wasser aus der Luft an und zerfließt leicht.

121 Ein mit phosphorhaltigem Aether getränktes Stück Zucker werfe man in heißes Wasser; der Zucker löst sich auf, Aetherdämpfe mit dem gelösten P steigen auf und entzünden sich; mit Schwefelkohlenstoff, worin P gelöst, gelingt der Versuch noch besser.

Wie wir in Nr. 118 gesehen haben, leuchtet der P, in Aether oder Schwefelkohlenstoff gelöst, auf kaltem Wasser nur; auf heißem Wasser wird aber seine Temperatur so erhöht, daß er sich entzündet.

122 Träufelt man P in Aether auf feines, durch Reiben etwas weich gemachtes Druck- oder Fließpapier, so entzündet es sich nach Verflüchtigen des Aethers; auch hier gelingt der Versuch besser mit phosphorhaltigem Schwefelkohlenstoff, weil dieser mehr P löst, als Aether. Der P bleibt nach dem Verdunsten der Lösungsmittel in der feinsten Vertheilung zurück, und in diesem Zustande entzündet er sich am leichtesten.

Man bestreue ein Stück P dicht mit Kohlenpulver; der P schmilzt und entzündet sich. Andere pulverförmige Körper, als Kreide, Kalk, Schwefelblumen, bringen ihn bloß zum Schmelzen, indem sie durch Absorbiren und Condensiren von atmosphärischer Luft, und dadurch von O, in ihren Poren eine Temperaturerhöhung bewirken, wodurch Wärme frei wird. Besonders begierig und kräftig absorbirt den O der Luft die feinzertheilte Kohle, daher sie auch die Entzündung bewirken kann, da sie genug Wärme und O an den P abgiebt, um ihn zum Verbrennen zu bringen. Die Erscheinung ist im Wesentlichen dieselbe wie in Nr. 37. 123

Legt man P auf Baumwolle unter die Glocke der Luftpumpe und bestreut ihn stellenweise mit Harz- oder Schwefelpulver, und pumpt die Luft rasch aus, so bemerkt man, daß nach Maaßgabe der fortschreitenden Verdünnung der P an den bestreuten Stellen mehr und mehr leuchtet, bis er sich endlich mit hoher und schwacher Flamme entzündet; in verdünnter Luft entzündet sich P leichter als in gewöhnlicher. 124

In einer Flasche mit O fängt P erst zu leuchten an, wenn die Temperatur bis etwa 24° C. steigt; der P verbindet sich nur dann gleich mit dem O, wenn derselbe ihn in der Verdünnung umgiebt, wie er in der Atmosphäre vorkommt.

Man bringe in einer Schale P unter Wasser durch mäßiges Erwärmen zum Schmelzen; bläst man dann durch eine in eine Spitze ausgezogene Glasröhre Luft auf den P, so verbrennt er unter Wasser und verwandelt sich in einen rothen, pulverförmigen Körper, der in Flocken im Wasser schwimmt, derselbe, den wir beim Verbrennen des P in O bemerkten, Phosphoroxyd, P_2O. Die Verbrennung ist schöner und die Flocken von P_2O entstehen häufiger, wenn man aus einer Blase O auf den geschmolzenen P bläst. 125

In der Natur kommt P in Verbindung mit O als PO_5 an Basen gebunden in einigen Mineralien, in Pflanzen und Thieren vor. In letzteren bildet er einen Hauptbestandtheil der Knochen, die der Hauptsache nach aus basisch-phosphorsaurem Kalk, kohlensaurem Kalk, Fett und Knorpel bestehen. Aus den Knochen wird P auf folgende Art gewonnen: 126

Die Knochen werden in freiem Feuer weiß gebrannt, wodurch die organischen Substanzen zerstört werden, die zurückbleibenden Knochenstücke zu feinem Pulver zerstoßen und 3 Thle. davon mit 2 Thln. SO_3, HO und 15 bis 20 Thln. Wasser übergossen und einige Tage lang damit digerirt, d. h. an einem warmen Orte von Zeit zu Zeit umgerührt. Die Schwefelsäure bemächtigt sich des kohlensauren Kalks und bildet schwefelsauren Kalk, schwefelsaures Calciumoxyd, Gyps (CaO, SO_3), wobei die CO_2 ausgetrieben wird. Der basisch-phosphorsauren Kalkerde der Knochen entzieht die Schwefelsäure aber auch einen Theil Kalk, ohne sie vollständig zu zersetzen; die PO_5 bleibt mit weniger Kalk verbunden, wodurch nun saurer phosphorsaurer Kalk entsteht, der sich leicht in Wasser löst; der schwerlösliche Gyps schlägt sich zu Boden. Das Ganze giebt man nun auf ein Tuch, läßt abtropfen und preßt aus. Die Lösung des sauren phos-

phorsauren Kalks wird eingedampft, bis sie so dickflüssig ist, wie Syrup, Kohlenpulver zugesetzt, bei schwacher Glühhitze getrocknet, und aus einer Thonretorte bei starker Weißglühhitze destillirt. Der Ofen ist gewöhnlich auf mehrere Retorten eingerichtet; die Vorlagen, in welche der P tropft, sind von Glas oder Kupfer, enthalten Wasser und sind mit einem Abzugsrohr für die sich entwickelnden Gase versehen. Durch die Hitze wird der saure phosphorsaure Kalk zersetzt, PO_5 wird frei und es bleibt basisch-phosphorsaure Kalkerde. Die PO_5 zersetzt sich aber in Berührung mit der Kohle, der O der PO_5 tritt an die Kohle und macht Kohlenoxydgas und Kohlensäure, die entweichen, und P, der sich in der Vorlage verdichtet. Da der gewonnene P noch Unreinlichkeiten enthält, so wird er unter heißem Wasser durch Gemsenleder gepreßt und dann auf folgende Art in Stangen geformt: Man saugt in Glasröhren mit etwas verengter Mündung durch diese eine Säule geschmolzenen P in die Höhe, schließt die obere Oeffnung mit dem Daumen (wie beim Stechheber), wodurch der P am Ausfließen verhindert wird, und taucht in kaltes Wasser; mit einem Stäbchen wird der erstarrte P aus der Röhre gestoßen.

127 Sehr viel P wird zur Anfertigung der Zündhölzer, des Zündschwammes und der Zündlichter verbraucht. Erstere sind Schwefelhölzer, die mit einer schon durch Reibung an einem rauhen Körper sich entzündenden Masse an dem Schwefelende überzogen sind; die Zündmasse besteht aus P, dem man Substanzen zugesetzt hat, die leicht O abgeben, als Salpeter, chlorsaures Kali, Mennige, Braunstein, um die Verbrennung zu unterhalten, da sonst keine Luft zutreten könnte. Dem unter heißem Wasser geschmolzenen P setzt man Salpeter oder eine der anderen genannten Substanzen zu und rührt mit Gummi zu einem Brei an, den man dann mit Mennige roth oder mit Berliner Blau blau färbt &c., und die Hölzchen, die durch Maschinen geschnitten werden, hineintaucht. Statt des S kann auch Wachs genommen werden. Zündlichter sind Wachsfaden mit Zündmasse. Zündschwamm ist Feuerschwamm oder dickes, lockeres, mit Salpeter getränktes Papier, an einem Ende mit Zündmasse überzogen.

128 Für den thierischen Körper ist P ein starkes Gift; man benutzt deshalb auch P, in Gummischleim suspendirt, als Ratten- und Mäusegift. Sein specif. Gewicht = 1,75. Er wurde 1669 von Brandt in Hamburg entdeckt und aus dem Urin dargestellt.

Verbindungen des Phosphors.

129 Mit O geht der P vier Verbindungen ein, von denen drei Säuren sind, und eine ein indifferenter Körper ist:

1. Die Phosphorsäure, PO_5.
2. Die phosphorige Säure, PO_3.
3. Die unterphosphorige Säure, PO.
4. Das Phosphoroxyd, P_2O.

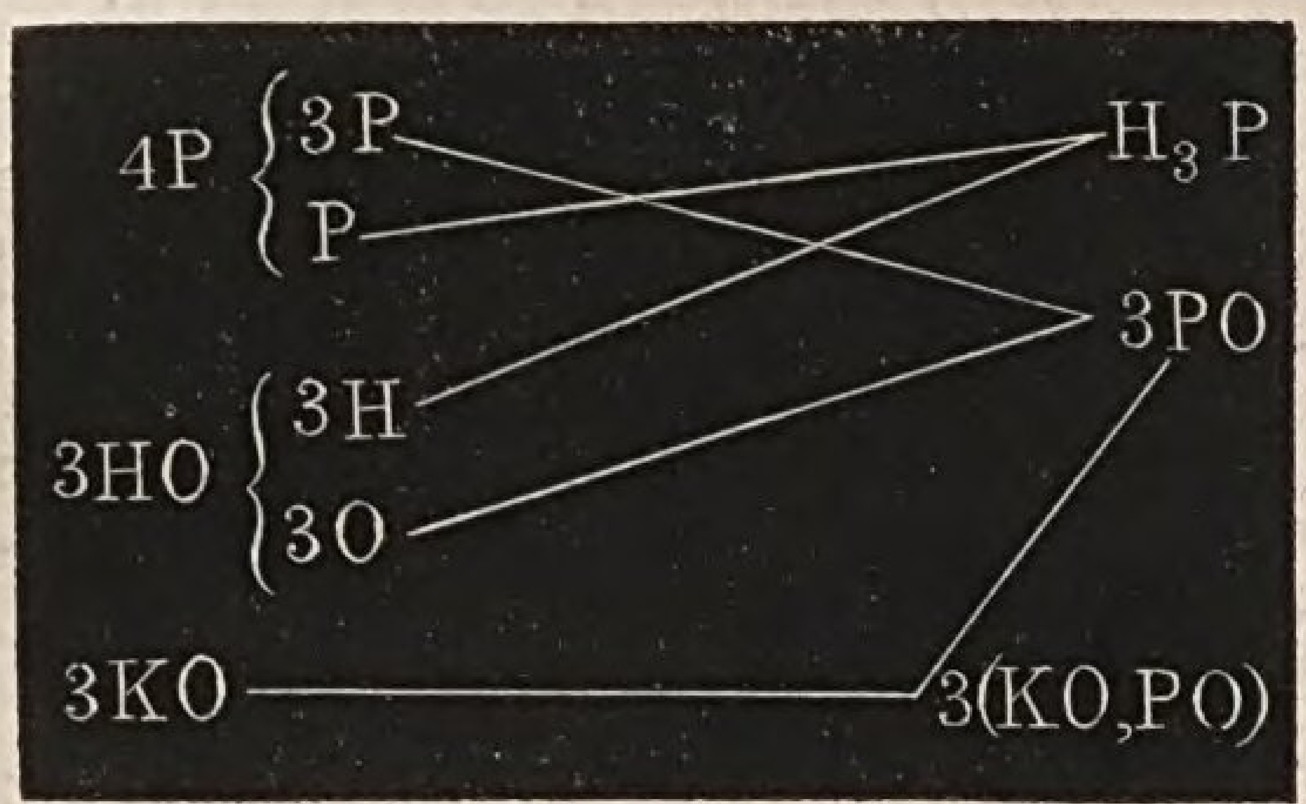
Mit dem H bildet P den 130

Phosphorwasserstoff, H_3P.

Man gebe in ein Kochfläschchen oder Kölbchen mit Entwickelungsrohr eine concentrirte Aetzkalilösung und einige Stücke P; das Ende des Entwickelungsrohres taucht in ein Gefäß mit ausgekochtem Wasser. Dann setze man das Kölbchen in eine Sandkapelle oder in einen Topf mit gesättigter Kochsalzlösung, und erhitze gelinde. Durch diese letztere Einrichtung, Wasser- oder Marienbad, beugt man der Entzündung des P vor, wenn das Entwickelungsgefäß etwa springen sollte; die Kochsalzlösung siedet später, als bloßes Wasser, und bewirkt ein lebhafteres Kochen der Kalilösung. Es entwickelt sich ein Gas, das beim Ausströmen aus dem Entwickelungsrohre an der Luft von selbst sich entzündet, selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas. Der Umstand, daß in dem Entwickelungsgefäß atmosphärische Luft bleibt, wodurch eine Entzündung der Gasblasen innerhalb des Gefäßes stattfindet, nöthigt zur Vorsicht, obgleich eine Zertrümmerung nur in seltenen Fällen eintritt; man thut wohl, sich vom Apparate zu entfernen, bis die innere Entzündung vor sich gegangen ist. Gewöhnlich entzünden sich die ersten Gasblasen nicht, bald aber treten Blasen auf, die sich von selbst entzünden; jede bildet beim Verbrennen einen Ring eines weißen Rauches, der beim Aufsteigen sich erweitert und bei stiller Luft regelmäßig bleibt; da der von der Lampe aufsteigende Luftstrom die Luft immer in Bewegung setzt, so fängt man besser das Gas in einer Flasche auf, wie beim O, und läßt aus derselben in Wasser Blasen aufsteigen, wodurch die Ringe sich sehr schön zeigen. Sie bestehen aus PO_5, die sich beim Verbrennen des Phosphorwasserstoffs in atmosphärischer Luft bildet, wobei der H zu HO verbrennt. Der Phosphorwasserstoff besteht aus mehreren Verbindungen des P mit H, der Hauptsache nach aus 3 H und 1 P, also H_3P. Die Selbstentzündlichkeit des Gases rührt von einer kleinen Menge eines an P reicheren Phosphorwasserstoffes her, den man in einer Kältemischung zu einer Flüssigkeit verdichten kann, die in Berührung mit atmosphärischer Luft sich entzündet; sie zersetzt sich leicht und setzt einen gelben, festen Körper ab, der noch mehr P enthält. Körper, die den flüssigen Phosphorwasserstoff leicht zersetzen, nehmen dem gasförmigen die Selbstentzündlichkeit; andere, die dem Gase einen Theil H entziehen, stellen dieselbe wieder her. Allen brennbaren Gasen ertheilt der Dampf des flüssigen Phosphorwasserstoffs die Eigenschaft, sich an der atmosphärischen Luft von selbst zu entzünden. Ein nicht sich von selbst entzündendes Phosphorwasserstoffgas erhält man, wenn man der obigen Aetzkalilösung Alkohol zusetzt und mit P kocht; der Alkohol zersetzt nämlich den Dampf des flüssigen Phosphorwasserstoffs.

Bei der obigen Entwickelung tritt die prädisponirende Verwandtschaft mit- 131
wirkend ein; P kann für sich das Wasser nicht zersetzen, wohl aber bei der Gegenwart einer starken Basis, hier des Kalis; der P oxydirt sich mit dem O des HO zu unterphosphoriger Säure, zu der KO eine große Verwandtschaft

hat, die nun weiter die Zersetzung des HO unterstützt; ein anderer Theil des P geht zum H des HO. In Zeichen:



(Phosphorwasserstoff.)
(Unterphosphorige Säure.)
(Unterphosphorigsaures Kali.)

132 Statt des Aetzkalis kann man auch gebrannten Kalk, Aetzkalk, nehmen; es entsteht dann unterphosphorigsaurer Kalk.

Phosphorcalcium, ein rother Körper, den man sich bereitet, indem man Phosphordämpfe über glühende Kalkstückchen leitet, entwickelt gleich H_3P, wenn man ihn nur in Wasser wirft.

133 H_3P ist ein farbloses Gas von sehr unangenehmem Geruch, der an den Geruch erinnert, den faule Fische, Knoblauch verbreiten. Er wurde 1783 von Gengembre entdeckt. Specif. Gewicht = 1,18.

134 Mit N bildet der P den Phosphorstickstoff, NP, einen weißen Körper.

135 Mit S bildet der P Verbindungen, die theils flüssig, theils fest sind und durch Zusammenschmelzen beider Körper in verschiedenen Mengen unter Wasser entstehen.

Fragen und Aufgaben zu schriftlicher Ausarbeitung.

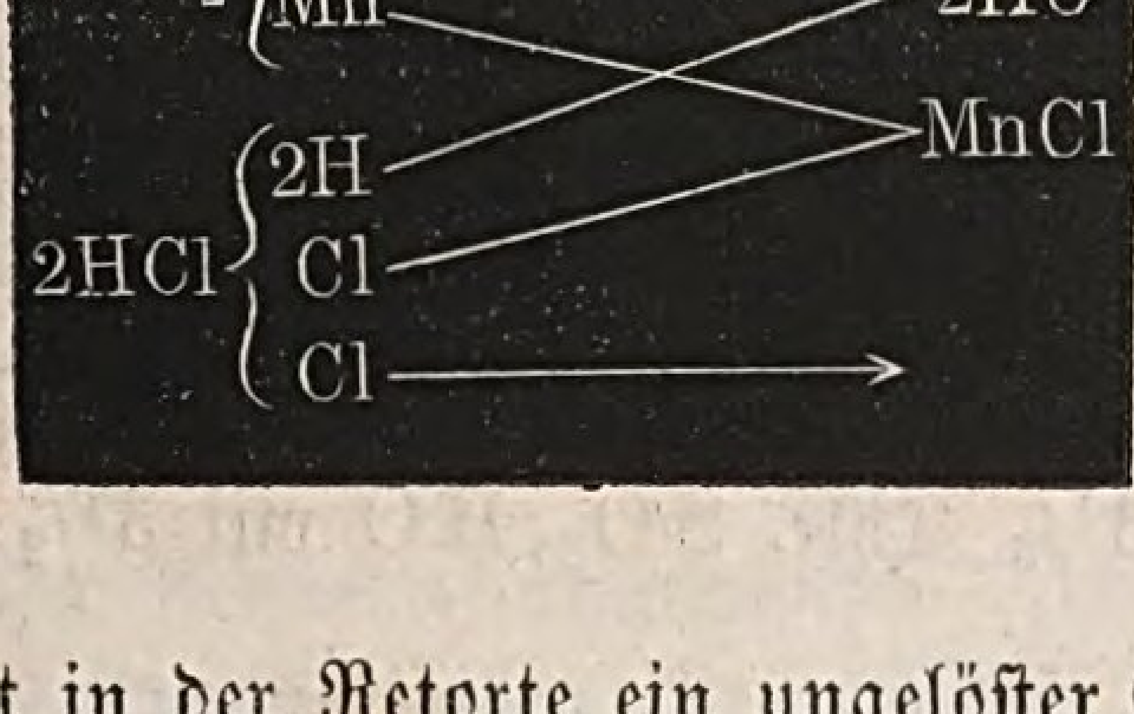
a. Eigenschaften des Phosphors! — b. Wie kann man P zum Krystallisiren bringen? — c. Was ist der Nebel, der sich vom leuchtenden P erhebt? — d. Was bildet der an der Luft brennende Phosphor? — e. Wann entzündet sich P am leichtesten? — f. Warum entzündet sich P, wenn man ihn mit Kohle bestreut? — g. Warum setzt man der Zündmasse an den Reibzündhölzchen Braunstein, chlorsaures Kali, Mennige zu? — h. Was sind Zündlichter? — i. Eigenschaften des Phosphorwasserstoffs! — k. Woraus besteht der weiße Ring, der sich beim Verbrennen einer Blase dieses Gases bildet? — l. Woraus der Rückstand bei der Bereitung? — m. Woher rührt die Selbstentzündlichkeit des Phosphorwasserstoffs? — n. Wie kann man diesem Gase die Selbstentzündlichkeit nehmen, und dieselbe wieder herstellen? — o. In welchen Eigenschaften stimmen S, Se, P überein, und durch welche unterscheiden sie sich?

VII. Chlor, Chlorum, Cl.

Man gebe fein gepulverten Braunstein in eine Retorte oder Kolben mit 136
Entwickelungsrohr versehen, und übergieße mit Salzsäure. Man nimmt gewöhnlich 1 Thl. MnO_2 und 6 Thle. HCl, Salzsäure, Chlorwasserstoffsäure. Schon bei gewöhnlicher Temperatur entweicht in Gasform langsam Chlor, viel rascher, wenn man erhitzt, was aus der Sandkapelle geschieht. Da kaltes Wasser sehr viel Chlor absorbirt, so nehme man zum Auffangewasser erwärmtes Wasser (etwa 30⁰ C.), oder eine gesättigte Auflösung von Kochsalz in Wasser. Man fängt das Gas in Fläschchen auf, die man ganz von dem Gase sich füllen läßt, verkorkt und mit Blase überbindet (das Stück Blase wird in Wasser geweicht, gerieben und mit der Innenseite aufgebunden); so kann man das Gas lange erhalten. In Flaschen mit eingeriebenem Glasstöpsel ist die Aufbewahrung noch einfacher.

Das entwickelte Gas hat eine gelbgrüne Farbe, daher auch sein Name, 137
von chloros, gelbgrün. Es hat einen eigenthümlichen Geruch, stechend und erstickend; rein eingeathmet wirkt es giftig und tödtlich, und selbst mit viel atmosphärischer Luft gemengt erregt es großen Reiz in der Luftröhre, Husten und Brustbeklemmung; gewöhnlich verlaufen diese Erscheinungen in einem gelinden Schnupfen, oft mit etwas Fieber verbunden. Man muß daher keine Vorsicht bei der Entwickelung von Cl versäumen; Aether- und Alkoholdampf eingeathmet, lindern die Zufälle; man rieche daher von Zeit zu Zeit an ein mit Alkohol oder Aether befeuchtetes Tuch und bewege es durch die Luft, oder binde sich ein solches Tuch lose über Nase und Mund. Cl ist fast $2^1/_2$mal so schwer als atmosphärische Luft, vom specif. Gewichte $= 2,44$. Es ist ein coërcibles Gas, d. h. es kann durch vermehrten Druck und Abkühlung in eine grüngelbe Flüssigkeit verwandelt, in den tropfbaren Zustand übergeführt, condensirt werden, unter einem Druck von 4 Atmosphären.

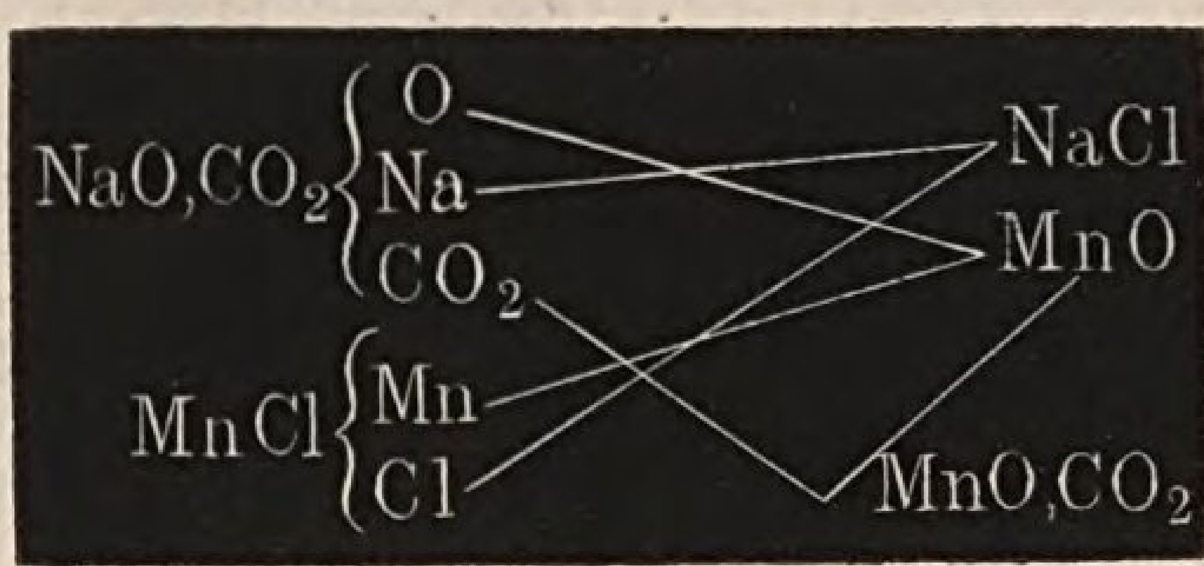
Die oben angegebene Darstellung des Cl erklärt sich so: Der O des MnO_2 138
bildet mit dem H der HCl Wasser; ein Theil des Cl geht zum Mn und macht Chlormangan, der andere Theil wird frei. In Zeichen:



(Chlormangan.)

Gewöhnlich bleibt in der Retorte ein ungelöster Satz, über dem eine gelb- 139
liche Flüssigkeit steht. Ist die Entwickelung lange genug fortgesetzt worden, und

ist noch unzerlegtes MnO_2 vorhanden, so darf man annehmen, daß alle Salzsäure zerlegt ist; man filtrire dann vom ungelösten Satz und wasche etwas mit Wasser aus. Das Filtrat ist gelb gefärbt, das Chlormangan aber, dessen Auflösung dies Filtrat nach dem chemischen Vorgange sein muß, hat eine rosenrothe Farbe; dies rührt von Beimengungen des MnO_2 her, namentlich vom Eisen, das sich dann mit der Salzsäure zu Chloreisen verbindet. Man nehme, wie in Nr. 19, Anmerkung, einen Theil der Flüssigkeit, fälle mit NaO, CO_2, so lange noch ein Niederschlag entsteht, gebe das gefällte kohlensaure Manganoxydul auf ein Filter und wasche das gebildete Kochsalz sorgfältig mit Wasser aus. Mit diesem Pulver wird der andere Theil der Flüssigkeit gekocht, wobei es eine schmutziggelbe Farbe annimmt, da das Eisen als Oxydhydrat niedergeschlagen wird. Filtrirt man nun wieder, so erscheint das Filtrat mit der dem Chlormangan eigenthümlichen rosenrothen Farbe und giebt abgedampft ebenso gefärbte Krystalle. Die Entstehung des kohlensauren Manganoxyduls erklärt sich so:

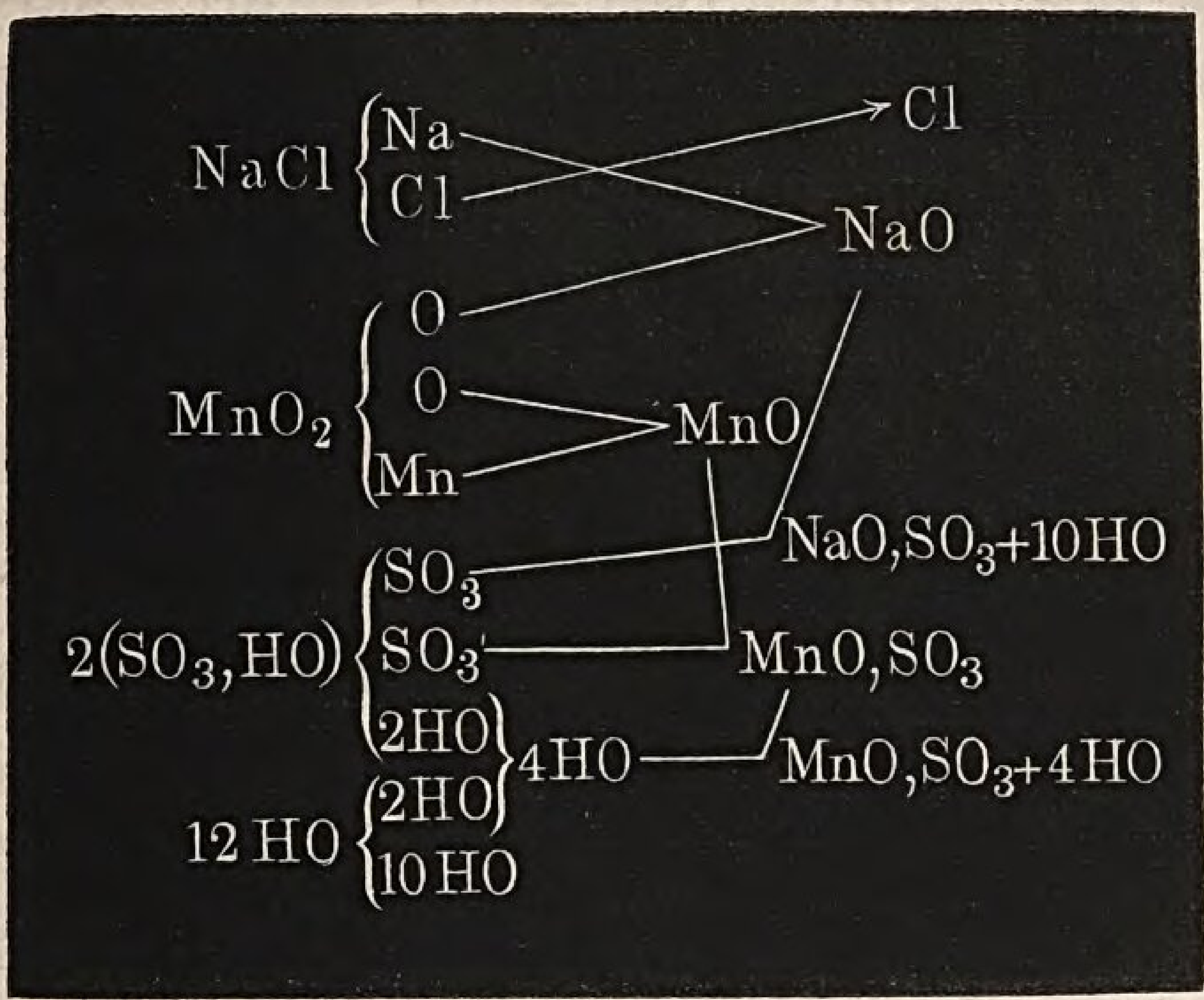


(Chlornatrium, Kochsalz.)
(Manganoxydul.)
(Kohlensaures Manganoxydul.)

Es ist hierbei die doppelte Wahlverwandtschaft thätig, wie bei der Darstellung des MnO, CO_2 aus MnO, SO_3, in Nr. 19, Anmerkung, angeführt.

140 Das so gebildete Chlormangan nennt man auch wohl Manganchlorür; verbindet sich Mangan mit noch mehr Cl, so nennt man diese Verbindung Manganchlorid. Cl kann sich in mehreren Verhältnissen, wie der O, mit anderen Körpern verbinden, besonders mit den Metallen; es giebt also auch Chlorstufen. Die Verbindung, welche einem Suboxyd proportional ist, heißt Subchlorür, die einem Oxydul — Chlorür; die einem Oxyd — Chlorid; die einer niedrigeren Säurestufe — Superchlorür; die einer Säure proportionale heißt Superchlorid. Solche Verbindungen des Chlors mit den Metallen nennt man, da sie oft wie Salze aussehen, Haloïdsalze, d. h. salzähnliche Salze. So ist das Kochsalz, das man im gewöhnlichen Leben ausnahmsweise »Salz« nennt, kein Salz, wie Glaubersalz, sondern ein Haloïdsalz, Chlornatrium, eine Verbindung zwischen einem einfachen Körper, dem Metalle Natrium, und einem andern einfachen Körper, dem Chlor.

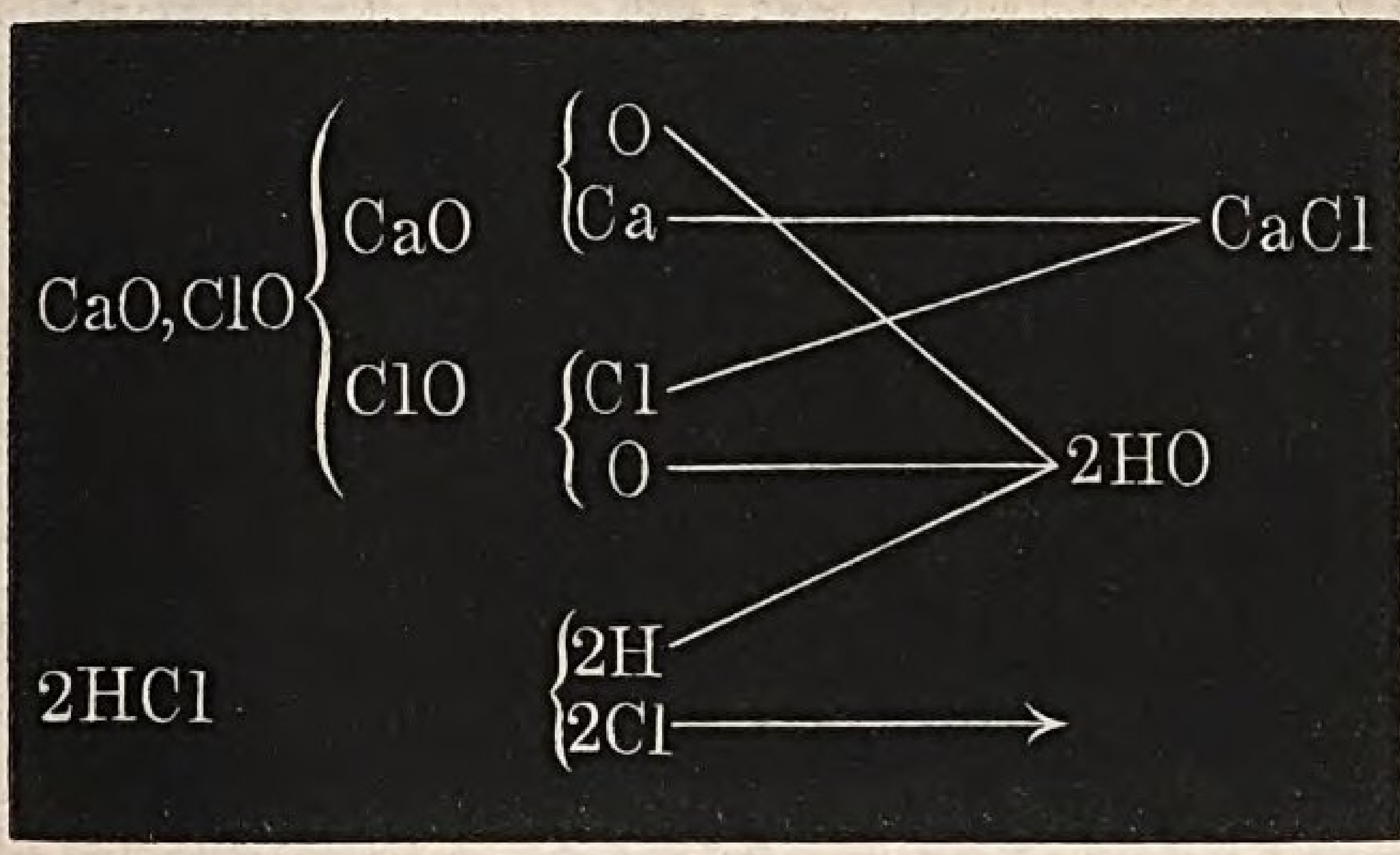
141 Manche Haloïdsalze kann man zur Chlorentwickelung benutzen, am besten das Kochsalz. Ein Gemenge aus Kochsalz und Braunstein wird mit verdünnter SO_3, HO erhitzt und wie vorher verfahren; man nimmt 2 Thle. Kochsalz, $1^1/_2$ Thle. MnO_2, $3^1/_3$ Thle. SO_3, HO mit $3^1/_2$ Thln. Wasser.



(Krystallisirtes Glaubersalz.)

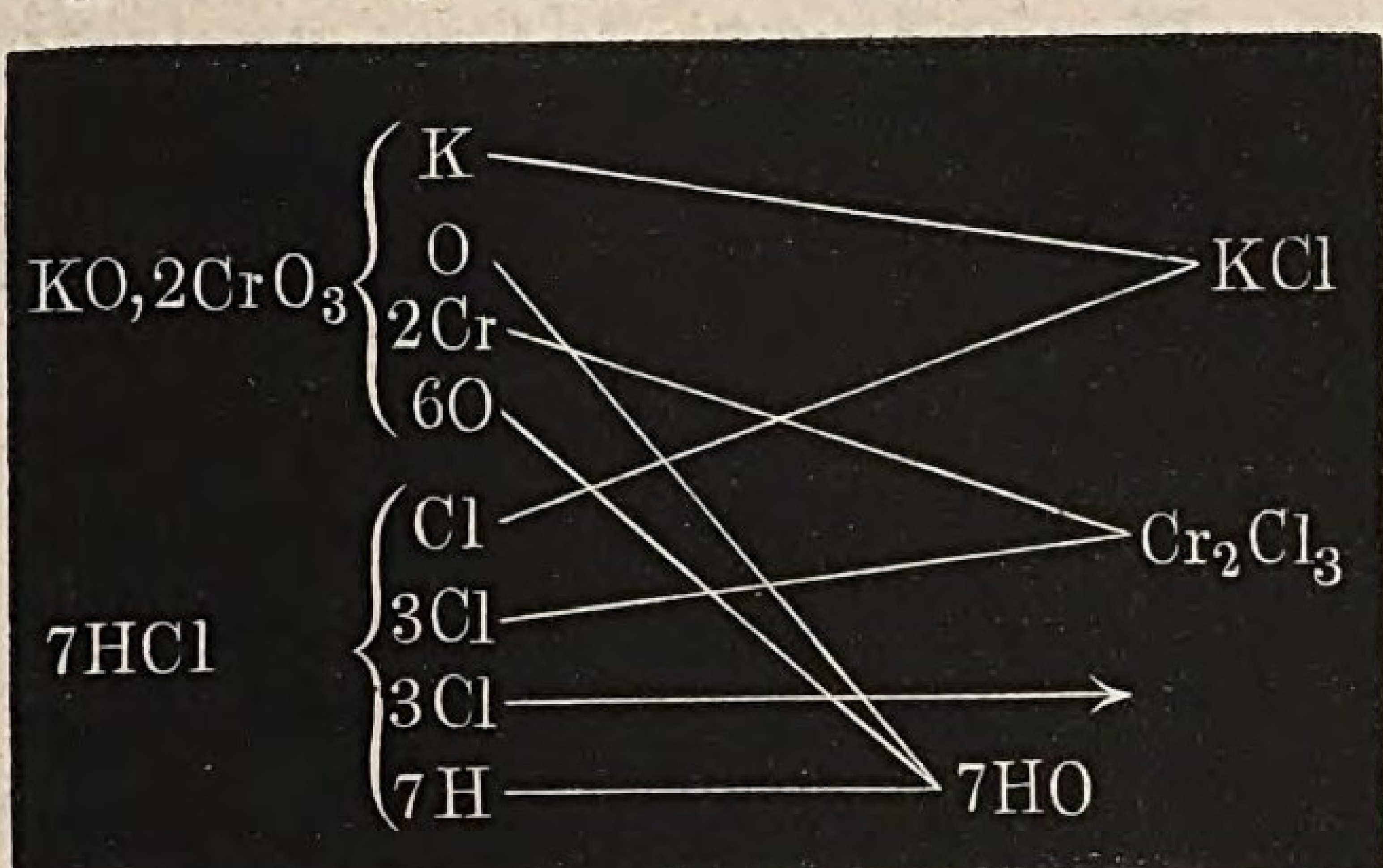
(Krystallisirtes schwefelsaures Manganoxydul.)

Schon bei gewöhnlicher Lufttemperatur läßt sich Cl gewinnen durch Ueber- 142
gießen des Chlorkalks, eines Gemenges von unterchlorigsaurem Calciumoxyd, CaO, ClO, und Chlorcalcium, CaCl, mit Salzsäure; es entsteht Chlorcalcium und Wasser. Der Chlorkalk ist ein schneeweißes, mild anzufühlendes Pulver, das besonders etwas feucht, nach Cl riecht.



(Chlorcalcium.)

Sehr reines Cl entwickelt man aus 1 Thl. gepulvertem, doppelt chrom- 143
saurem Kali und 5 bis 6 Thln. Salzsäure; man erhitzt gelinde, bis sich Cl entwickelt, dann geht die Entwickelung rasch vor sich ohne weitere Erwärmung. Es bleibt ein grüner Satz, Chromchlorid und Chlorkalium.



(Chlorkalium.)

(Chromchlorid.)

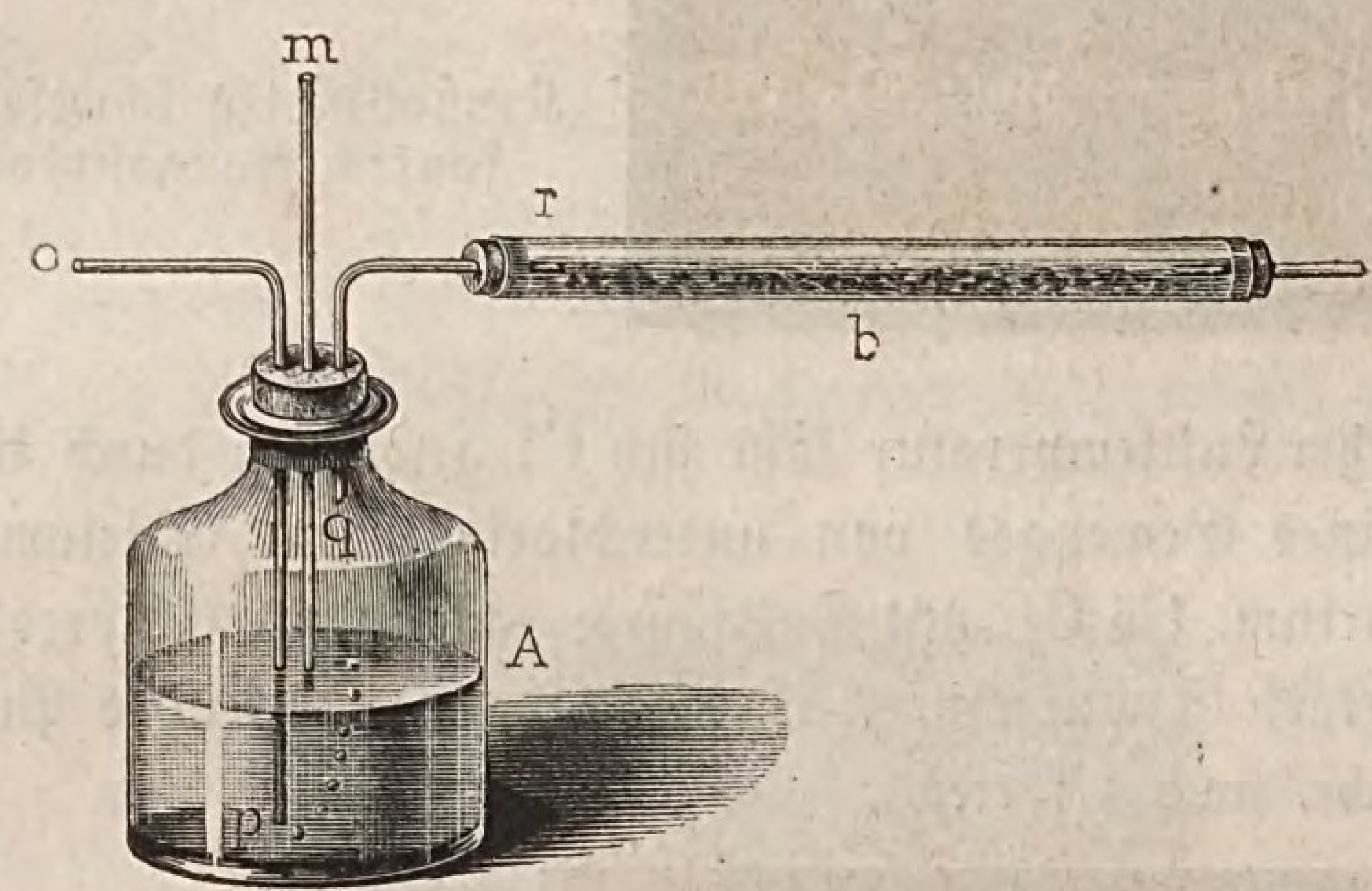
Cl wird viel in den Gewerben angewandt. In Fabriken entwickelt man 144
im Großen Cl aus fast kugelförmigen Bleigefäßen von 5 bis 6 Fuß Durchmesser, die an der unteren Hälfte mit einem eisernen Mantel umgeben sind.

In den Zwischenraum wird zum Erhitzen Wasserdampf geleitet; luftdicht geht durch den Deckel des Gefäßes ein Rührer von Holz.

145 Häufig geht mit dem Chlor dampfförmige Salzsäure über; um das Gas davon zu befreien, wäscht man es mit Wasser, d. h. man leitet es durch ein etwas Wasser enthaltendes Fläschchen, worin die Salzsäure zurückgehalten wird.

Eine solche Waschflasche A (Fig. 17) ist geschlossen durch einen guten, zwei- oder dreimal durchbohrten Kork; die Röhre op, die das Gas aus dem Entwickelungsgefäß leitet, führt fast bis auf den Boden von A; die Röhre qr, die das Gas weiter leitet, endigt innerhalb der Flasche gleich unter dem Kork. Das Gas muß nun durch die in A enthaltende Wasserschicht streichen und gelangt, frei von verunreinigenden Gasen, die das Wasser absorbirt, nach dem Orte seiner Bestimmung. Die Röhre m, die man wohl noch anbringt, unten und oben offen, endigt eben unter der Oberfläche des Wassers in A; sie dient als Sicherheitsröhre; wenn nämlich die Röhre qr oder noch entfernter liegende Theile des Apparates sich verstopften, so würde durch den Druck des sich entwickelnden Gases durch m erst Wasser, dann aber auch Gas ausströmen und dadurch einem Zerspringen des Apparates vorgebeugt werden, besonders wenn das Gas zu stürmisch sich entwickelte. Soll das Gas getrocknet werden, so leitet man es durch eine Chlorcalciumröhre b, oder auch durch eine mit Bimssteinstücken, die mit concentrirter Schwefelsäure, welche ebenfalls begierig Wasser absorbirt, befeuchtet sind, gefüllte Röhre. Um trockenes Chlorgas in Flaschen zu sammeln, leitet man es durch eine Röhre bis auf den Boden einer trockenen, offenen, enghalsigen Flasche; das schwere Cl verdrängt die leichtere atmosphärische Luft aus der Flasche; wenn sie gefüllt ist, was man leicht an der Farbe des Cl erkennen kann, zieht man langsam das Rohr aus der Flasche und verschließt diese rasch.

Fig. 17.



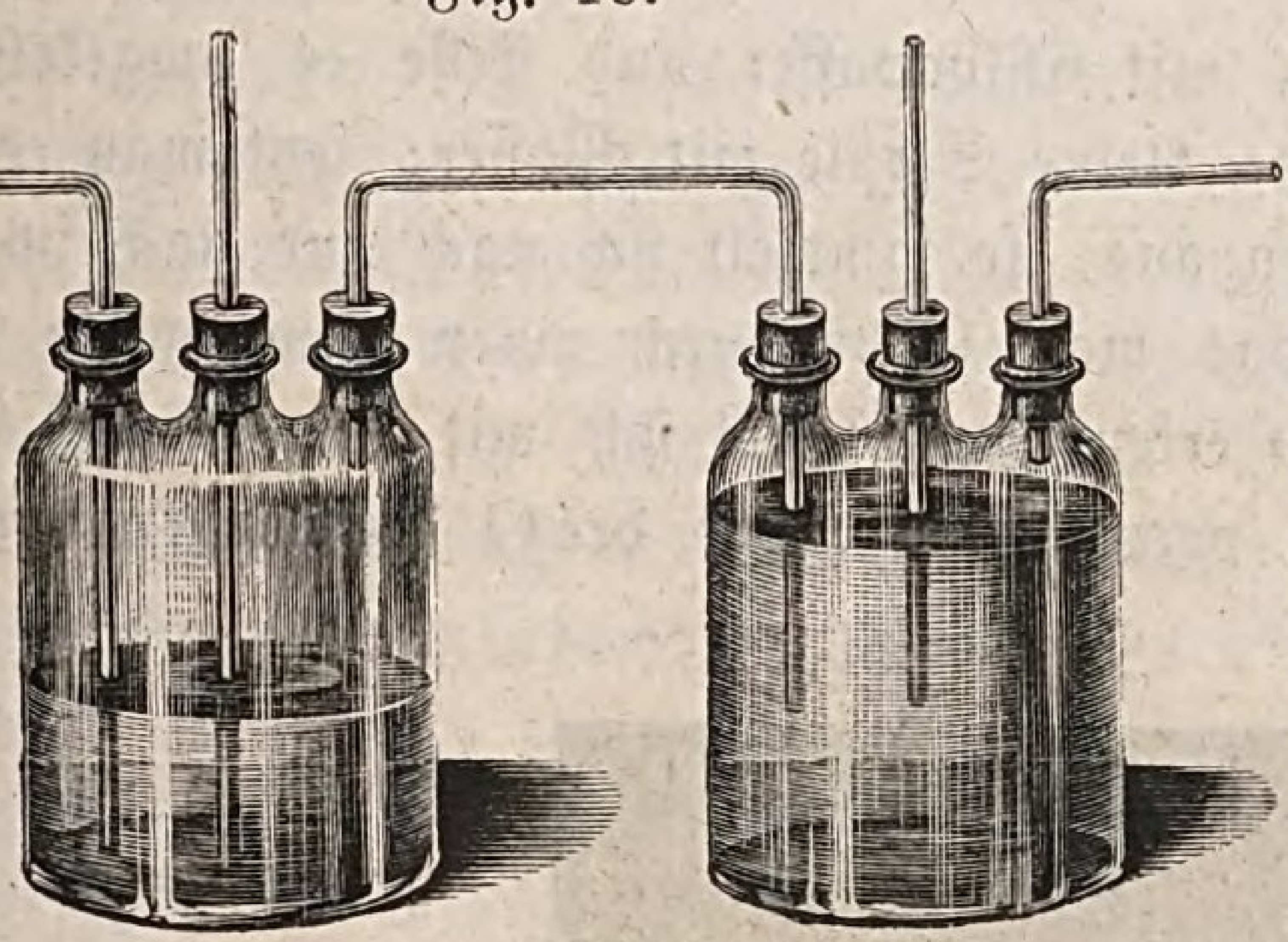
146 Man nehme eine der mit Cl gefüllten Flaschen und tauche sie mit der Mündung in Wasser; lüftet man den Kork, so sieht man Wasser einsteigen, besonders wenn man die Flasche hin- und herbewegt; verstöpselt man sie wieder und schüttelt sie mit dem Wasser, öffnet dann wieder unter Wasser u. s. w., so kann man immer mehr Wasser hineinbringen, bis alles Gas verschwunden ist. Das Wasser hat das Cl absorbirt und eine grünlichgelbe Farbe angenommen, es ist Chlorwasser geworden; auf diese Art erhält man Chlorwasser, worin 1 Thl. Wasser 1 Thl. Cl absorbirt hat. Stärker wird das Chlorwasser, wenn man nur bis zu etwa $^1/_3$ der Flasche Wasser einsteigen läßt und nun stark

schüttelt; dann hat 1 Maaß Wasser mehr als 2 Maaß Cl absorbirt. Bei 10° C. absorbirt 1 Volum Wasser fast 2¾ Volumina Cl. Chlorwasser hat die Farbe und den Geruch des Cl; sein Geschmack ist herbe und schrumpfend. Besser macht man sich Chlorwasser in einem ähnlichen Apparate, wie der in Fig. 17 beschriebene; man leitet Cl ein, so lange noch davon absorbirt wird. Setzt man die Flasche in schmelzendes Eis, so sieht man bald feine, klare, gelbe Krystallschüppchen sich bilden, eine Verbindung von Cl mit HO, Chlorhydrat, Cl + 10 HO. Wird die Flasche mit der Hand erwärmt, so verschwinden die Schüppchen, da die Verbindung bei etwas mehr als 4° C. zerfällt; ist die Temperatur sehr niedrig, so kann man das Hydrat in einem Trichter sammeln und abtropfen lassen.

Da Chlorwasser in den Gewerben Anwendung findet, so wird es auf folgende Art in größeren Massen gemacht:

Es werden mehrere dreihalsige Flaschen, sogenannte Woulf'sche Flaschen, durch Röhren verbunden; das Gas tritt durch die Röhre (Fig. 18 links) in das Wasser, welches die erste Flasche enthält; das nicht absorbirte Gas tritt durch die Verbindungsröhre der Flaschen in die zweite, das dort nicht absorbirte in eine dritte etc. Die Röhren, die durch den Kork der mittleren Oeffnung ins Wasser tauchen, sind Sicherheitsröhren. Die Flaschen sind zu ¾ mit Wasser gefüllt.

Fig. 18.



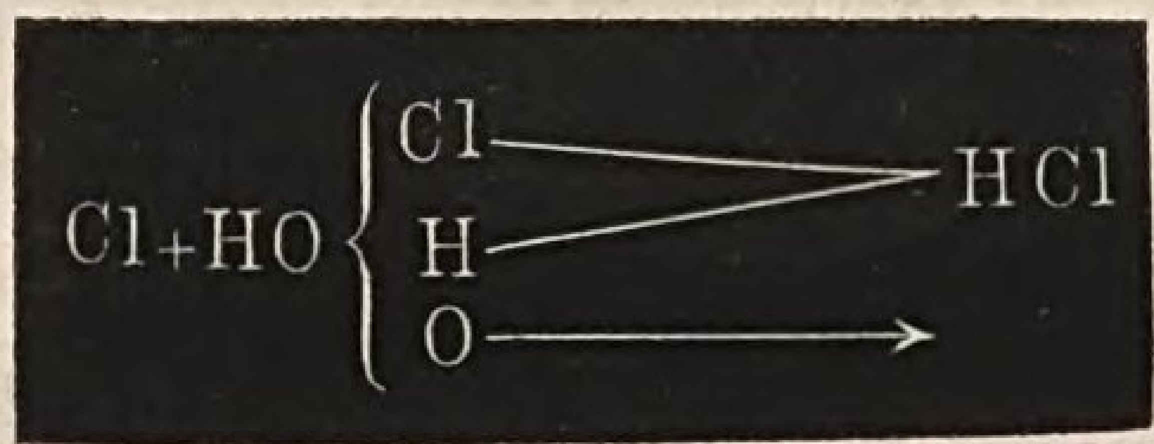
147 Man bemerkt leicht, daß die Korke, die zum Verschließen der mit Cl gefüllten Flaschen dienen, auf der der Einwirkung des Cl ausgesetzten Fläche weiß geworden sind; sie sind gebleicht. Man setze ein befeuchtetes Stück Lackmuspapier dem Cl aus; es wird nicht roth, sondern weiß; ebenso, wenn man es in Chlorwasser taucht. Man löse bei mäßiger Wärme in Schwefelsäure gepulverten Indigo, eine blaue Farbe; man wird eine fast schwarze Lösung erhalten. Träufelt man einen Tropfen dieser Lösung in ein Gläschen voll Chlorwasser, so sieht man rasch die blaue Farbe verschwinden und dafür das Chlorwasser bräunlich werden. Je mehr Tropfen das Chlorwasser zu verändern vermag, desto stärker ist es, und man hat dadurch eine Probe der Stärke des Chlorwassers. Ebenso wird die Farbe des Rothweins, der Dinte zerstört. Cl bleicht und zerstört alle vegetabilischen, natürlichen Farben.

148 Diese Eigenschaft des Cl benutzt man in der sogenannten Kunst- oder Schnellbleiche, ein Verfahren, das durch Cl in einigen Stunden Zeuge bleichen lehrt, die in der gewöhnlichen Rasenbleiche Wochen und Monate lang behandelt werden müssen; nur hat man dafür zu sorgen, daß der Cl vollständig

entfernt wird, da sonst durch entstehende Salzsäure das Gewebe sehr leidet. Man gebraucht das Chlorwasser jetzt nur selten zum Bleichen, da die Arbeiter durch das entweichende Cl zu sehr leiden, sondern den Chlorkalk; beim Chlorkalk soll das Bleichverfahren genauer angegeben werden.

149 Man bestreiche faulendes Fleisch oder andere verwesende und übelriechende Stoffe mit Chlorwasser oder mit Wasser, in dem man Chlorkalk hat weichen lassen; der üble Geruch wird rasch verschwinden. In Zimmern, worin Leichen liegen, setzt man daher Schüsseln mit Chlorkalk, mit Wasser übergossen, auf, wodurch der Leichengeruch verschwindet. Chlor zersetzt die flüchtigen, durch Fäulniß erzeugten Stoffe, die den üblen Geruch verursachen. So wirkt Cl auch auf Miasmen und Ansteckungsstoffe, und man benutzt dasselbe daher häufig, um Krankenzimmer, Hospitäler 2c. zu reinigen; gewöhnlich entwickelt man zu diesem Zwecke Cl, indem man Chlorkalk mit schwacher Salzsäure übergießt.

150 Man fülle ein Probirglas mit Chlorwasser und stelle es umgekehrt, die Oeffnung nach unten, in eine kleine Schale mit Wasser; setzt man es so der Einwirkung der Sonnenstrahlen aus, so sammelt sich nach und nach im oberen Theile des Glases ein Gas, das man leicht durch einen glimmenden Spahn, der sich darin entzündet, für O erkennt. Cl hat sich mit dem H des Wassers zu Chlorwasserstoff, Salzsäure, vereinigt, während der O des Wassers frei wird:



Daß Salzsäure gebildet wurde, zeigt ein Stück Lackmuspapier, das, in das Wasser getaucht, nun nicht mehr gebleicht, sondern geröthet wird.

151 Cl hat eine so große Verwandtschaft zum H, daß es denselben vielen Verbindungen entzieht; so auch den natürlichen vegetabilischen Farbstoffen, die aus H, C und O bestehen, denen es ebenfalls H entzieht, wodurch sie weiß werden. Dieser Vorgang wird auch so erklärt, daß Cl das Wasser der Farbstoffe zerlegt und den O frei macht, der nun dieselben oxydirt. Dasselbe findet Statt bei den Miasmen, Riech- und Ansteckungsstoffen. Vor Zersetzung schützt man Chlorwasser durch Aufbewahren an dunklen Orten, oder indem man das Glas, worin das Chlorwasser sich befindet, mit schwarzem Papier überklebt.

152 Man tauche in eine Flasche voll Cl mit etwas weiter Mündung langsam eine brennende Kerze; sie wird erlöschen; die von dem Dochte aufsteigende Rauchsäule aber entzündet sich und brennt einen Augenblick mit rother, rußender Flamme. Diese aufsteigende Rauchsäule besteht zum größten Theil aus einer Gasart, Kohlenwasserstoffgas, das wir bei der Kohle werden kennen lernen, bestehend aus H und C. Das Cl bemächtigt sich des H und macht HCl, dessen

Gegenwart ein Stückchen Lackmuspapier leicht zu erkennen giebt, wenn man es in Wasser taucht, mit dem man die Flasche umgespült hat; die Kohle wird ausgeschieden und setzt sich als Ruß an die Wand der Flasche. Taucht man ein mit Terpentinöl getränktes Papier in Chlorgas, so entzündet es sich und das Oel verbrennt, indem es viel Kohle absetzt. Terpentinöl besteht ebenfalls zum größeren Theil aus H und C; Lackmuspapier weist wie im vorigen Versuche H Cl nach.

In eine Flasche voll Cl schütte man mittelst eines rinnenförmig gebogenen 153
Kartenblattes fein gepulvertes Antimon, Sb, ein Metall, das sich leicht in einem Mörser pulvern läßt. Das Metallpulver verbindet sich im Herabfallen mit dem Cl, wird dabei glühend und bildet einen schönen Feuerregen. Die Flasche erfüllt sich mit einem weißen Rauch, Chlorantimon, das bei Gegenwart von Wasser in demselben ein weißes Pulver bildet. Wismuth, Arsen und einige andere Metalle bringen dieselbe Erscheinung hervor. Legt man in eine Röhre kleine Häufchen gefeilter oder gepulverter Metalle, z. B. Antimon, Wismuth, Kupfer, Eisen, Zink, und leitet trocknes Chlorgas darüber, so fangen die Häufchen Metallpulver nach und nach zu glühen an und verändern sich in Chlormetalle; Antimon und Wismuth werden weiß, Kupfer braun, Eisen rothbraun, Zink weiß.

An das Ende eines dünnen Kupfer- oder Messingdrahtes drücke man etwas 154
unächtes Blattgold und führe ihn so in eine Flasche voll Cl. Das Blattgold entzündet sich, dann auch der Draht, der dann mit starkem Glanze verbrennt, oder vielmehr unter Feuererscheinung mit dem Cl sich verbindet. Das gebildete Chlorkupfer schmilzt in Kugeln, die abfallen und auf dem Boden der Flasche mit Funkensprühen zerspringen. Sie sind braun, Kupferchlorür, $Cu_2\,Cl$, lösen sich aber bald mit grüner Farbe in Wasser, indem Kupferchlorid, Cu Cl, sich bildet. Eisendraht verbrennt auf diese Art fast wie im O, indem ein Theil des gebildeten Chloreisens sich als Eisenchlorid, $Fe_2\,Cl_3$, verflüchtigt, mit rothem Rauche die Flasche erfüllt und sich in Wasser löst, es braunroth färbend. Erhitzt man einen dicken Kupferdraht an einem Ende in der Spirituslampe, und führt das erhitzte Ende in eine Flasche voll Cl, so fängt der Draht an zu glühen und schmilzt ab in dicken, abfallenden Tropfen von rothbraunem Kupferchlorür, so lange, als der Draht zum Schmelzen noch hinlänglich warm ist; erwärmt man wieder, wobei die Spiritusflamme sich schön blau färbt, so wiederholt sich diese Erscheinung, so lange noch Cl in der Flasche ist. Der Draht bedeckt sich, wenn man ihn liegen läßt, bald mit grünem Ueberzug, Kupferchlorid.

Zu einer Auflösung von schwefelsaurem Eisenoxydul, Eisenvitriol, in Wasser 155
setze man einige Tropfen SO_3, HO und dann Chlorwasser; kocht man, so wird die vorher grüne Lösung eine gelbe Farbe annehmen. Das Cl zersetzt das Wasser, geht zum H und macht H Cl; der O geht zum Eisenoxydul und oxydirt es höher zu Eisenoxyd, das als schwefelsaures Eisenoxyd in der Lösung sich findet. Chlorwasser wirkt also auf diese Weise auch oxydirend und bildet Oxydsalze aus Oxydulsalzen.

Cl ist 1774 von Scheele entdeckt worden. 156

Verbindungen des Chlors.

157 Mit dem O bildet Cl vier Säuren:

1. Die Ueberchlorsäure, ClO_7.
2. Die Chlorsäure, ClO_5.
3. Die chlorige Säure, ClO_3.
4. Die unterchlorige Säure, ClO.

158 Mit dem H bildet Cl die Salzsäure, Chlorwasserstoffsäure, HCl.

159 Mit dem Stickstoff bildet Cl den Chlorstickstoff, NCl_3, einer der gefährlichsten Stoffe, welche die Chemie kennt, indem er sich mit so gewaltsamer Explosion zersetzt, daß man kaum ohne Lebensgefahr ihn handhaben kann. Er entsteht auf folgende Weise:

In eine gesättigte Lösung von Salmiak (Chlorammonium), bis zu 32° C. erwärmt, wird die offene Mündung einer Flasche voll Cl getaucht und dieselbe festgestellt; unter die Mündung wird ein Bleischälchen gestellt. Das Cl wird absorbirt und in der Flasche bildet sich eine ölartige, gelbe Flüssigkeit, die sich in Tropfen sammelt und ins Schälchen sinkt; dies ist NCl_3. Der Stickstoff des Ammoniaks (Verbindung von Wasserstoff und Stickstoff) geht zum Cl und bildet diesen Stoff; der H geht zum andern Theile des Cl und macht HCl. Bei etwa 90° C. explodirt NCl_3 unter Feuererscheinung mit solcher Gewalt, daß er sogar offene Gefäße zerschmettert. Ein Tropfen, in Fließpapier eingesaugt und der Lichtflamme genähert, explodirt mit einem stärkeren Knall, als ein Büchsenschuß; legt man etwas NCl_3 auf eine flache Tasse, die auf einem losen Brette auf dem Fußboden steht, und berührt es mit einem Stocke, dessen Spitze in Baumöl oder Terpentinöl getaucht ist, so wird die Tasse zerschmettert und Stücke noch tief ins Brett geschlagen. Dulong, der ihn 1811 entdeckte, wurde durch eine Explosion dieses Körpers gefährlich am Auge verwundet und trug mehrere verstümmelte Finger davon. Oft explodirt er ohne nachweisbare Ursache; man darf sich also nie einfallen lassen, diesen Körper darstellen zu wollen, sondern nur darauf achten, unter welchen Umständen er sich bilden kann, um seine Entstehung zu verhüten.

160 Mit dem S verbindet sich Cl in mehreren Verhältnissen, wovon folgende zwei besonders zu merken. Gewaschenes und getrocknetes Cl (das durch eine Waschflasche und durch eine Chlorcalciumröhre gegangen ist) wird mittelst einer Röhre durch den Tubulus in eine Retorte geleitet, in welcher sich Schwefelblumen befinden, die durch eine Spiritusflamme im Schmelzen gehalten werden; die Röhre mündet unmittelbar über der Oberfläche des schmelzenden Schwefels. Der Hals der Retorte geht durch einen Kork in eine Vorlage oder in eine weitmündige Flasche; durch denselben Kork geht noch eine zweite Röhre, die das überflüssige Cl fortführt. Diese Flasche liegt in kaltem Wasser und wird durch aufträufelndes Wasser gut abgekühlt. Das Cl verbindet sich mit dem S, und

es destillirt in die Vorlage eine gelblichrothe, rauchende Flüssigkeit von eigenthümlichem, unangenehmem Geruch, Schwefelchlorür, S_2Cl; nochmals destillirt, wird es rein. Es ist ein besonders gutes Auflösungsmittel für S, der aus einer warm gesättigten Lösung in schönen Krystallen anschießt.

Läßt man über S_2Cl längere Zeit Cl streichen, so entsteht eine rothe Flüssigkeit, Schwefelchlorid, S Cl.

Mit dem P bildet Cl ebenfalls zwei Verbindungen: 161

Man tauche ein Stück P in einem Löffel wie beim O in Chlorgas. Der P schmilzt, raucht und fängt endlich mit gelblicher Flamme zu brennen an. Es bildet sich Chlorphosphor, der auf eine ähnliche Art wie der Chlorschwefel in zwei Verbindungen erhalten werden kann, als eine klare, rauchende Flüssigkeit mit dem geringsten Chlorgehalt, PCl_3, und als ein fester, weißer, rauchender Körper mit dem größten Chlorgehalt, PCl_5.

Aufgabe 1: Wie viel Salzsäure vom specif. Gewichte = 1,19, die 38 Proc. Chlorwasserstoff und 62 Proc. Wasser enthält, braucht man, um aus 1 Pfund Mangansuperoxyd Cl zu entwickeln? (Siehe Nr. 138.) 162

Auflösung:

$Mn = 344{,}7$	$Cl = 443{,}2$
$2O = 200$	$H = 12{,}48$
$MnO_2 = 544{,}7$	$HCl = 455{,}7$
	$2HCl = 911{,}4$

MnO_2 2HCl Loth
$544{,}7 : 911{,}4 = 32 : x$ $x = 53\frac{1}{2}$ Loth HCl.

Es wird frei 1 Cl = 443,2, also $544{,}7 : 443{,}2 = 32 : x$; $x = 26$ Loth Chlorgas.

In der gebrauchten Salzsäure sind 38 HCl mit 62 HO verbunden, also: $38 : 62 = 53\frac{1}{2} : x$; $x = 87\frac{1}{3}$ Loth Wasser sind mit dem Chlorwasserstoff verbunden. Daher sind im Ganzen $53\frac{1}{2} + 87\frac{1}{3} = 140\frac{5}{6}$ Loth = 4 Pfund $12\frac{5}{6}$ Loth Salzsäure von 1,19 specif. Gewichte erforderlich.

Aufgabe 2: Wie viel Kubikzoll machen diese 26 Loth Salzsäure aus, und wie viel Vierundzwanzig-Unzenflaschen können damit gefüllt werden?

Auflösung: 3,8 Kubikfuß = 6566,4 Kubikzoll; jede Flasche faßt ungefähr 39 Kubikzoll; also erhalten wir $\frac{6566}{39} = 168$ Flaschen.

Aufgabe 3: Manganchlorür, krystallisirt mit 4 HO, ist = MnCl + 4 HO. Wie viel krystallisirtes Manganchlorür erhalten wir aus vorstehender Bereitung des Chlors?

Auflösung:

$$\begin{array}{rl} Mn = 344,7 & H = 12,48 \\ Cl = 443,2 & O = 100 \\ \hline MnCl = 787,9 = 788 & HO = 112,48; 4HO = 449,92 = 450 \\ 4HO = 450 & \\ \hline 1238; & \end{array}$$

also $544,7 : 1238 = 32 : x$;
$x = 2$ Pfund 9 Loth.

Aufgabe 4: Wenn wir diese Menge Chlormangan mit kohlensaurem Natron zersetzen wollten (siehe Nr. 139), wie viel $NaO, CO_2 + 10HO$ (wie es gewöhnlich krystallisirt) hätten wir nöthig, und wie viel MnO, CO_2 erhalten wir?

Auflösung:

$$\begin{array}{rl} Na = 287,2 & MnO = 444,7 \\ O = 100 & CO_2 = 275 \\ C = 75 & \hline MnO, CO_2 = 719,7 \\ 2O = 200 & \\ \hline NaO, CO_2 = 662,2 & \\ 10HO = 1124,8 & \\ \hline NaO, CO_2 + 10HO = 1787 & \end{array}$$

$1238 : 1787 = 73 : x$.
$x = 3$ Pfund 9 Loth Soda bedarf man, um 73 Loth krystallisirtes Chlormangan zu zerlegen.

$1238 : 719,7 = 73 : x$. $x = 1$ Pfund 10 Loth kohlensaures Manganoxydul erhält man.

Aufgabe 5: Wie viel Pfund Salzsäure vom specif. Gewichte $= 1,19$ und wie viel Pfund MnO_2 haben wir nöthig, um 6 Kubikfuß Chlor zu entwickeln?

Antwort: 6 Kubikfuß Cl = 40 Loth Cl. Wir haben 1 Pfund 17 Loth MnO_2 und 6 Pfund 24 Loth HCl nöthig.

Aufgabe 6: Um aus 2 Pfund Kochsalz Cl zu entwickeln, bedarf man: a. Wie viel gewöhnliche englische Schwefelsäure, SO_3, HO? b. Wie viel Pfund Braunstein? Und c. wie viel Loth Cl erhalten wir? (Siehe Nr. 141 die Entwickelung.)

Auflösung: $NaCl = 730,4$.

a. $730,4 : 1224,9 = 2 : x$; $x = 3$ Pfund 11 Loth $= 3^1/_3$ Pfund SO_3, HO.
b. $730,4 : 544,7 = 2 : x$; $x = 1$ Pfund 16 Loth MnO_2.
c. $730,4 : 443,2 = 2 : x$; $x = 1$ Pfund 7 Loth Cl entwickelt sich.
Wie viel Kubikfuß?

12 HO muß zugesetzt werden, $= 1349,8$; also
$730,4 : 1349,8 = 2 : x$; $x = 3,7$ Pfund, ungefähr $3^3/_4$ Pfund Wasser.

Aufgabe 7: Wenn wir mit kohlensaurem Natron das erhaltene schwefelsaure Manganoxydul zerlegen, a. wie viel kohlensaures Manganoxydul erhalten wir; b. wie viel kohlensaures Natron, $NaO, CO_2 + 10HO$, ist erforderlich, und c. wie viel krystallisirtes Glaubersalz, $NaO, SO_3 + 10HO$, erhalten wir im Ganzen?

Auflösung:

$$\begin{array}{rcl} Mn & = & 344,7 \\ O & = & 100 \\ SO_3 & = & 500 \\ \hline MnO, SO_3 & = & 944,7 \end{array} \qquad \begin{array}{rcl} Mn & = & 344,7 \\ O & = & 100 \\ CO_2 & = & 275 \\ \hline & & 719,7 \end{array}$$

$NaCl$ MnO, SO_3 Loth

$730,4 : 944,9 = 64 : x$; $x = 2$ Pfund 19 Loth wasserfreies schwefelsaures Manganoxydul wird erhalten.

MnO, SO_3 MnO, CO_2 Loth

a. $944,7 : 719,7 = 83 : x$; $x = 1$ Pfund 31 Loth $= 63$ Loth kohlensaures Manganoxydul.

b.

$$\begin{array}{rcl} NaO & = & 387,2 \\ CO_2 & = & 275 \\ 10HO & = & 1124,8 \\ \hline NaO, CO_2 + 10HO & = & 1787 \end{array}$$

$719,7 : 1787 = 63 : x$;

$x = 156^2/_3$ Loth $= 4$ Pfund $28^2/_3$ Loth krystallisirtes kohlensaures Natron ist zur Zerlegung erforderlich.

c.

$$\begin{array}{rcl} NaO & = & 387,2 \\ SO_3 & = & 500 \\ 10HO & = & 1124,8 \\ \hline NaO, SO_3 + 10HO & = & 2012,0 \end{array}$$

$1787 : 2012 = 156 : x$;

$x = 5$ Pfund 16 Loth Glaubersalz erhalten wir durch die Zerlegung.

Von der ursprünglichen Einwirkung der Schwefelsäure auf das Kochsalz hatten wir:

$730,4 : 2012 = 2 : x$;

$x = 5$ Pfund 16 Loth krystallisirtes Glaubersalz war im Kolben; dazu kam:
5 » 16 »

11 Pfund Glaubersalz erhalten wir zuletzt.

Fragen und Aufgaben zu schriftlicher Ausarbeitung.

a. Eigenschaften des Chlors! — b. Warum darf man Cl in Flaschen nicht aufbewahren, wie Sauerstoff? — c. Welche Analogie zeigt sich zwischen den Chlorstufen und den Oxydationsstufen? — d. Was ist ein Haloïdsalz? — e. Welches Haloïdsalz haben wir beim O kennen gelernt? — f. Wie wirkt Cl auf organische Körper? — g. Auf welche Art bleicht Chlor? — h. Welche Probe hat man zur Erkennung der Stärke des Chlorwassers? — i. Auf welche

Art zerstört Cl Riechstoffe und Miasmen? — k. Warum muß Chlorwasser sorgfältig vor den Sonnenstrahlen geschützt werden? — l. Welche Versuche beweisen die große Affinität des Cl zu den Metallen? — m. Wie erklärt sich das Entzünden eines mit Terpentin getränkten in Cl getauchten Papiers? — n. Auf welche Weise wirkt Cl oxydirend? — o. Eigenschaften des Chlorstickstoffs und des Schwefelchlorürs!

VIII. Brom, Bromium, Br.

163 Man gieße etwas Kreuznacher Mutterlauge (eine bräunliche Flüssigkeit, die nach dem Einkochen und Ausscheiden des Kochsalzes aus dem Wasser der Salzsoole von Kreuznach übrig bleibt und jetzt häufig von den Aerzten zu Bädern gegen Drüsenkrankheiten angewandt wird, daher nicht schwer zu erhalten ist) in ein Probirglas und setze etwa ebenso viel Chlorwasser zu; die geschüttelte Mischung nimmt eine röthlichgelbe Farbe an. Dann gieße man Aether zu und schüttele gut durch, mit dem Daumen das Probirglas schließend. In der Ruhe scheidet sich der Aether aus und schwimmt als die leichtere Flüssigkeit oben auf; die untenstehende Flüssigkeit ist nun farblos geworden, der Aether aber rothgelb gefärbt; er enthält das Brom aufgelöst, das in der Mutterlauge enthalten war. Die Mutterlauge von Kreuznach, von Schönebeck, wahrscheinlich jede Salzsoole, sowie in geringer Menge das Meerwasser enthalten Bromnatrium und Brommagnesium (Bromide). Das Chlor des Chlorwassers zerlegt das Bromnatrium und Brommagnesium vermöge seiner stärkeren Verwandtschaft, und bildet Chlornatrium und Chlormagnesium; das freiwerdende Br löst sich in dem Aether.

Den bromhaltigen Aether schüttele man mit neuen Portionen obiger Mischung, bis er braun geworden, und gieße ihn dann vorsichtig ab und setze Aetzkali, Kalihydrat, zu, bis er sich entfärbt hat; Br geht dann zum Kali und macht Bromkalium und etwas bromsaures Kali. Läßt man dann den Aether verdunsten, so findet man nach einigen Tagen diese Salze in Krystallen vor; diese giebt man in ein Gläschen und erhitzt gelinde, wobei sich das bromsaure Kali ebenso wie das chlorsaure Kali (siehe Nr. 16) zersetzt und unter Sauerstoffentwickelung zu Bromkalium wird. Giebt man das erhaltene Bromkalium in eine Probirröhre mit etwas MnO_2 und SO_3, HO und erhitzt vorsichtig, so sieht man bald braunrothe Dämpfe aus der Mischung sich erheben; diese Dämpfe sind Bromdämpfe, die einen starken, durchdringenden, dem Cl ähnlichen Geruch verbreiten. Man sieht, daß die Darstellung des Br aus dem Bromkalium, BrK, dieselbe ist, wie die des Cl aus Chlornatrium mit MnO_2 und SO_3, HO; es entsteht KO, SO_3 und MnO, SO_3 und Br wird frei.

164 Im Großen, z. B. in Kreuznach, bereitet man das Br ebenso, wie in Nr. 163 gesagt, aus der Mutterlauge, in die man aber zur Zersetzung der Bro-

mide Cl leitet, statt Chlorwasser zuzusetzen; den Aether destillirt man ab vom neu gebildeten Bromkalium, um ihn nochmals zu benutzen. Die übergehenden Bromdämpfe werden in sehr gut abgekühlte Vorlagen unter Wasser aufgefangen, wo sie sich zu einer schwarzrothen Flüssigkeit condensiren.

Br ist bei gewöhnlicher Temperatur flüssig, von tief braunrother, fast schwarzer Farbe, in dünnen Schichten rothgelb; specif. Gewicht = 2,97. Bei 47° C. kocht es und verwandelt sich in einen braunrothen Dampf; bei — 20° C. wird es fest und bildet eine krystallinische, bleigraue Masse. Sein erstickender, unangenehmer Geruch hat ihm den Namen gegeben, von dem griechischen Worte »Bromos«, Gestank. 165

Man bringe ein kleines Tröpfchen Br auf die Haut; die Stelle färbt sich gelb, welche Farbe bis zur Wiederersetzung der Haut bleibt. Innerlich genommen wirkt es giftig, wie Cl. 166

Man bringe in eine Flasche einen Tropfen Br; sie wird sich mit rothem Brومdampfe füllen. Br verdampft sehr leicht, weshalb man es auch häufig unter Wasser aufbewahrt, worin es nur wenig löslich ist. Man bringe in die Flasche ein Stück Lackmuspapier; es wird gebleicht, nicht geröthet; der Kork, der die Flasche schließt, färbt sich auf der Unterseite hellgelb, er wird gebleicht. Br bleicht und entfärbt wie das Cl, doch weniger energisch, und wirkt dabei ebenso ein auf die Materien, wie Cl. 167

Man tauche in die Bromdampf haltende Flasche eine dünne brennende Wachskerze; sie erlischt mit einer Flamme, die grünlich gefärbt erscheint. 168

Wirft man in einen Tropfen Br etwas gepulvertes Antimon, so vereinigt es sich mit dem Br unter Feuererscheinung zu Bromantimon, Antimonbromid. Wie Cl verbindet sich Br mit anderen Körpern, besonders mit den Metallen, zu Bromüren und Bromiden. Eine blanke Silbermünze, über verdampfenden Br gehalten, färbt sich röthlichgelb, indem Bromsilber entsteht, das außerordentlich empfindlich gegen die Einwirkung des Lichtes ist, und daher die Anwendung des Br in der Photographie veranlaßt hat. 169

Mit Wasser, das unter 0° C. erkaltet ist, bildet Br eine rothe, krystallinische Verbindung, Bromhydrat, analog dem Chlorhydrat (siehe Nr. 146). Alkohol löst mehr Br als Wasser, am meisten Aether, wie wir bei der Darstellung sahen, zu einer rothgelben Flüssigkeit, Bromtinctur. 170

Man koche etwas Stärke in einem Probirglase mit Wasser, so daß ein dünner Stärkekleister entsteht; setzt man einen Tropfen Bromtinctur zu, so färbt sich der Kleister orangegelb, welches Verhalten man zum Auffinden des Br anwenden kann. 171

Br wurde 1826 von Balard im Wasser des Mittelländischen Meeres entdeckt. 172

Verbindungen des Brom.

173 Mit dem O bildet Br die Bromsäure, BrO_5.

174 Mit dem H bildet es die Bromwasserstoffsäure, HBr.

175 Mit dem N macht Br eine braune, ölartige Flüssigkeit, Bromstickstoff, welcher dieselben explodirenden Eigenschaften hat, wie der Chlorstickstoff.

176 Mit dem S vereinigt sich Br zu Bromschwefel, einer öligen Flüssigkeit, die schon entsteht, wenn Schwefelblumen mit Br in Berührung sind.

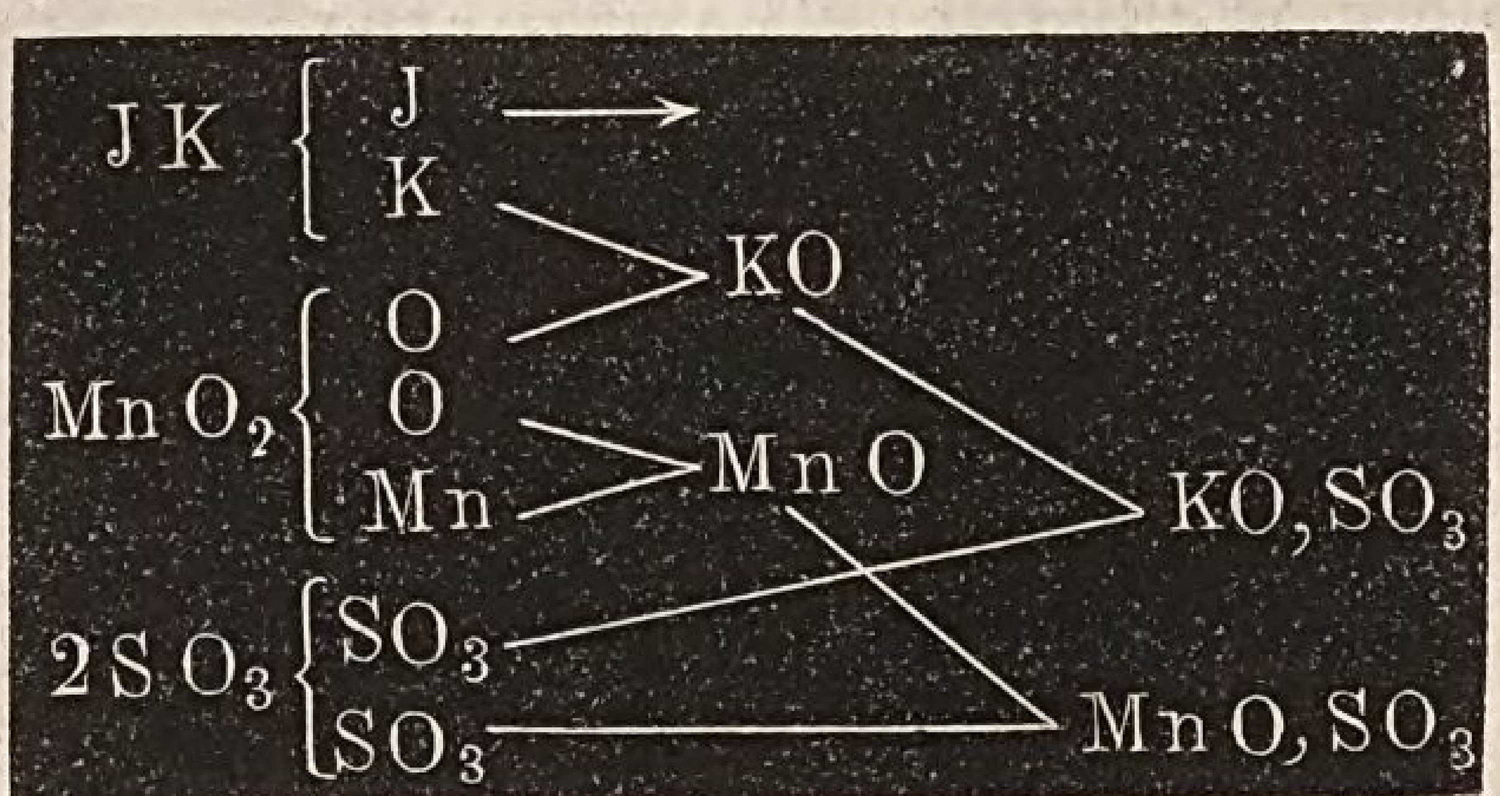
177 Mit P geht Br zwei Verbindungen ein durch unmittelbare Vereinigung. Die erste Verbindung mit dem größten Bromgehalt ist ein fester, krystallisirter gelber Körper; die zweite ist eine gelbliche Flüssigkeit.

178 Cl und Br vereinigen sich leicht zu einer röthlichgelben flüchtigen Flüssigkeit von starkem, unangenehmem Geruch und Geschmack, die in Wasser leicht löslich ist und demselben eine stark bleichende Wirkung verleiht.

179 Br hat hinsichtlich seines chemischen Verhaltens die größte Aehnlichkeit mit dem Cl, so daß ziemlich Alles, was vom Cl gesagt wird, auch für's Br gilt.

IX. Jod, Jodum, J.

180 Man lege etwas Jodkalium, ein weißes Salz oder eigentlich Haloïdsalz (in jeder Apotheke zu erhalten), in ein Probirglas, setze etwas MnO_2 und SO_3,HO zu und erhitze gelinde; es erhebt sich aus der Mischung ein schön violett gefärbter Dampf; an der Oeffnung des Glases sammeln sich eisenfarben-schwarze Flittern. Steckt man die Oeffnung des Glases in ein anderes, trockenes Gläschen, so füllt sich dieses ebenfalls mit dem violetten Dampf, und an den Wänden setzen sich schwarze Flittern ab. Der Dampf ist dampfförmiges Jod, dessen Farbe dem Körper auch den Namen gegeben hat, von dem griechischen Worte »iodes«, veilchenfarben; die Flittern sind starres, sublimirtes Jod. Der chemische Vorgang ist folgender:



mit Hinweglassung der Wasseratome.

181 Der Geruch, den der Joddampf verbreitet, ist eigenthümlich, dem Geruche des Cl ähnlich; der Geschmack ist scharf und lange anhaltend. Es kommt

käuflich in krystallinischen, metallglänzenden Schuppen vor von schwarzer Farbe, wie Hammerschlag.

In dieser Gestalt wird es auf folgende Art aus Seegewächsen fabrikmäßig 182
gewonnen, besonders in Schottland, in der Nähe von Glasgow:

Die Seegewächse, vorzüglich Fucus palmatus, werden getrocknet und in einer flachen Grube zu Asche verbrannt, die zusammenbackt und schmilzt; diese Masse heißt Kelp. Der Kelp wird zerschlagen, mit Wasser ausgelaugt, und die Lauge verdampft, wodurch sich Kochsalz und andere Salze, z. B. NaO, CO_2, ausscheiden, die entfernt werden; es bleibt dann eine Flüssigkeit zurück, die hauptsächlich Jodnatrium enthält. Diese Lauge macht man mit SO_3, HO sauer und erhitzt in einer großen Bleiretorte mit MnO_2 in einem Wasserbade; der Retortenhals steht in Verbindung mit einer Reihe gläserner Ballons, die aneinander gekittet sind, so daß die Joddämpfe sich in denselben vollständig condensiren können. Der chemische Vorgang ist derselbe, wie bei der Darstellung des Cl.

Man lege einige Krümchen J auf ein Eisenblech, überdecke sie mit einem 183
Glase und erhitze das Blech langsam. Man sieht das J schmelzen bei 107° C. und violette Dämpfe sich entwickeln (es kocht bei 180° C.), die sich an den kälteren Theilen des Glases zu feinen, schwarzen Flittern condensiren. Der Joddampf ist der schwerste aller bekannten dampfförmigen Körper, specif. Gewicht = 8,7.

Schon bei gewöhnlicher Temperatur verdunstet J, weshalb man es in Fläschchen mit eingeriebenem Glasstöpsel aufbewahren muß. Bei längerem Stehen finden sich oft an dem oberen Theile des Fläschchens schöne Krystalle.

Man gieße in das Glas in voriger Nummer, worin sich J condensirt hat, 184
etwas Alkohol; er färbt sich goldgelb oder auch braungelb, wenn die Jodmasse in etwa beträchtlich war; diese Flüssigkeit ist Jodtinctur. Jod ist also auflöslich in Alkohol, so auch in Aether, und etwas in Wasser, welches davon eine gelbe Färbung annimmt. Das Jodwasser entwickelt im Sonnenlichte kein O, wird aber bald farblos. Es bleicht nicht, wie überhaupt J nicht bleicht.

Gießt man einige Tropfen der Jodtinctur in den schon beim Br ange- 185
gebenen dünnen Stärkekleister, so färbt sich derselbe schön blau; kocht man, so verschwindet die blaue Farbe, kehrt aber beim Erkalten zurück. Das Verhalten des J zum Stärkemehl giebt ein Mittel an die Hand, auch sehr geringe Mengen freien Jods zu entdecken, da sogar ein Tropfen Jodtinctur, mit einer Kanne Wasser gemengt (eine fast millionenfache Verdünnung) mit etwas Stärkekleister das Jod durch die bläuliche Färbung des Wassers zu erkennen giebt; die Stärke ist das empfindlichste Reagenz auf J.

Man löse in einer Flasche in reinem Wasser etwas JK; setzt man jetzt Stärke zu, so entsteht keine Färbung. Träufelt man aber einen Tropfen Salpetersäure hinein, so färbt sich die Stärke: nur freies Jod färbt die Stärke; die Salpetersäure macht J aus dem JK frei. Vermischt man in einer Flasche eine Flüssigkeit, die eine Jodverbindung enthält, mit etwas Salpetersäure, und hängt über der Oberfläche der Flüssigkeit ein mit Kleister bestrichenes feuchtes

Stück Papier, verkorkt die Flasche und stellt sie hin, so findet man nach einigen Stunden das Papier gebläut. Durch dieses Verfahren wird J noch sichtbar, wenn es nur $\frac{1}{1000000}$ vom Gewichte der Flüssigkeit ausmacht.

186 Man lege ein Körnchen J auf die Hand, ein anderes auf Papier. In beiden Fällen entsteht ein brauner Fleck; der auf der Haut vergeht bald, das J greift die Haut nicht an, der Fleck auf dem Papier hingegen bleibt und das Papier wird mürbe und zerbrechlich, wenn J länger einwirkt. So verhalten sich Kork, Leinen, Holz und andere organische Stoffe.

187 Hält man eine blanke Silbermünze über J, das in einem Schälchen liegt, so überzieht sich das Silber bald mit einer goldgelben Schicht Jodsilber, das wie das Bromsilber sehr empfindlich gegen die Einwirkung des Lichtes ist, weshalb es auch Anwendung in der Photographie findet.

188 J verbindet sich leicht mit vielen Metallen zu Jodüren und Jodiden, ohne aber, wie das Cl, starke Verwandtschaft zu zeigen. Seine Verbindungen werden meist durch Cl und Br zerlegt. In seinem chemischen Verhalten zeigt es eine große Uebereinstimmung mit Cl und Br.

189 In der Arzneikunde wird es gebraucht als Mittel gegen Kröpfe und Drüsen. Rein innerlich genommen wirkt es giftig.

190 Es wurde 1811 von Courtois im Kelp entdeckt. Es findet sich besonders in Seegewächsen, in geringer Menge im Meerwasser und Mineralquellen, auch in einigen seltenen Erzen.

Verbindungen des Jod.

191 Mit dem O bildet J zwei Säuren, die Jodsäure, JO_5, und die Ueberjodsäure, JO_7.

192 Mit dem H bildet es die Jodwasserstoffsäure, HJ.

193 Mit dem N bildet es den Jodstickstoff, NJ_3, einen gefährlichen, explosiven Körper. J wird mit Aetzammoniak (Salmiakspiritus), aus N und H bestehend, übergossen. Der H des Ammoniaks bildet mit dem J Jodwasserstoff, N geht zum J und bildet in kurzer Zeit ein braunschwarzes, sehr leicht und heftig explodirendes Pulver, den Jodstickstoff, das auf ein Filter genommen und ausgewaschen wird. Man kann auch J in Königswasser (ein Gemisch von 1 Thl. Salzsäure und 4 Thln. Salpetersäure) lösen und dann mit Aetzammoniak niederschlagen. Wie den Chlorstickstoff soll man diesen Körper nicht darstellen, oder doch nur, mit Vermeidung aller Glasgefäße, in so kleinen Mengen, daß keine große Gefahr zu befürchten ist. Man wendet 1 Gran J an, zerreißt nach dem Auswaschen das Filter in mehrere Stücke, bevor man trocknen läßt. Der Jodstickstoff explodirt weniger heftig, dagegen leichter als Chlorstickstoff, oft bei der leisesten Berührung, trocken manchmal von selbst, sogar unter der Flüssig-

keit; er ist also noch gefährlicher als Chlorstickstoff, und deshalb die Umstände seiner zufälligen Entstehung wohl zu beachten.

Mit dem S verbindet sich J zu krystallinischen, stahlgrauen Massen, Jodschwefel. 194

Mit dem P geht J mehrere Verbindungen ein, durch Erhitzen beider Körper in verschiedenen Verhältnissen. 195

Mit dem Cl bildet es zwei Verbindungen durch Ueberleiten von Cl über J, eine braune Flüssigkeit, und einen festen, gelbweißen Körper. 196

Mit dem Br geht es zwei Verbindungen ein. 197

X. Fluor, Fluor, F.

Es ist ein farbloses Gas. Im Augenblicke des Freiwerdens äußert F so starke Affinität zu anderen Körpern, daß es alle Metalle, Glas, Porzellan angreift; ist es einmal frei, so greift es Gold und Platin nicht mehr, Glas nur schwach an. Bei vielen Körpern in der Chemie beobachtet man, daß ihre Verwandtschaften dann am stärksten sind, wenn sie aus Verbindungen frei werden, wenn sie im Entstehungszustande sind, statu nascenti, wie man sagt; einmal frei, äußern sie viel geringere Affinität. Diese Eigenschaft des F hat auch seine Darstellung so schwierig gemacht, da es alle Gefäße, die man in der Chemie braucht, zerstört. Nur in Gefäßen aus Flußspath, Fluorcalcium, CaF, hat man es aus Fluorsilber durch Cl isolirt. Von seinen Eigenschaften ist noch wenig bekannt: es zerstört Pflanzenfarben nicht, zersetzt das Wasser, indem es sich mit dem H verbindet und den O austreibt. 198

Verbindungen des Fluors.

Von allen im Vorhergehenden durchgenommenen Körpern geht es nur mit dem H eine Verbindung ein, die Fluorwasserstoffsäure, Flußspathsäure, HF. 199

Fragen und Aufgaben zu schriftlicher Ausarbeitung.

a. Eigenschaften des Broms! — b. Warum kann man Br nicht unmittelbar aus seiner Lösung in Aether gewinnen? — c. Wie kann man Br in einer Verbindung entdecken? — d. Wie wirkt Br auf organische Körper? — e. Eigenschaften des Jods! — f. Welcher Körper ist ein empfindliches Reagenz auf Jod? — g. Wie verfährt man, um die Gegenwart von J in einer Verbindung nachzuweisen? — h. Wie wirkt J auf organische Körper? —

i. Eigenschaften des Jodstickstoffs! — k. Durch welche Eigenschaften und durch welches chemische Verhalten stimmen Cl, Br, J überein, und durch welche unterscheiden sie sich? — l. In statu nascenti zeigen die Körper, wie F, viel stärkere Affinität; bei welchem Versuche verhielt sich der O analog?

XI. Kohlenstoff, Carbonicum, C.

200 Man lege in eine Probirröhre kleine Stückchen Holz und erhitze, nachdem man einen Kork lose aufgesetzt hat, damit Luft, sowie Gasarten und Dämpfe, die aus dem Holze sich entwickeln, entweichen können. Das Holz wird braun und endlich schwarz; es ist die bekannte Holzkohle geworden. Das Holz konnte nicht vollständig zu Asche verbrennen, weil der O der Luft nicht hinzuzutreten vermochte, es verkohlte bei Ausschluß der Luft. Taucht man einen brennenden Spahn in Wasser oder Quecksilber, so erlischt er und der vorher brennende Theil zeigt sich schwarz, verkohlt, denn die Luft wurde ebenso durch die Ablöschmittel (Wasser, Quecksilber) abgehalten. Steckt man das brennende Ende eines Spahns in ein enghalsiges Fläschchen, so erlischt er ebenfalls aus demselben Grunde und zeigt sich verkohlt. Ebenso macht es der Bäcker; ist sein Backofen hinlänglich erhitzt, so ist ein Theil des eingelegten Holzes nicht vollständig verbrannt, da die atmosphärische Luft in den Ofen nicht in vollem Maaße zutreten konnte; er wirft die glühenden Kohlen in einen Blechkasten, den er mit einem gut schließenden Deckel verschließt, wodurch dieselben auslöschen und die leicht sich entzündenden Bäckerkohlen werden. Legt man statt des Holzes in die Röhre Stroh, Mehl, Kleie und andere Stoffe aus dem Pflanzenreiche, so erhält man ebenfalls Kohle, denn alle Pflanzen enthalten Kohlenstoff, Carbonicum, C, der in dieser Form sich als schwarzer Körper, meist noch von der Structur des verkohlten Pflanzentheiles, darstellt. Legt man in die Röhre Zucker und erhitzt, so bläht sich derselbe auf, schmilzt, wird braun und liefert zuletzt eine glasige Kohle. Je nachdem die zu verkohlende Substanz schmilzt oder nicht, zeigt die Kohle die Structur der Körper, oder nicht; im ersteren Falle ist die Kohle oft fester, dichter, glänzender. Verkohlt man Steinkohlen (ebenfalls vegetabilischen Ursprungs), die beim Erhitzen nicht weich werden, so erhält man eine dichte, schwere Kohle, die sogenannten Coaks; dagegen eine poröse, leichte Kohle aus Steinkohlen, die beim Erhitzen weich werden und sich blähen.

Die vegetabilische Kohle ist von sehr verschiedenem Aussehen je nach den Körpern, woraus sie gewonnen wurde, aber wesentlich immer von gleicher Natur.

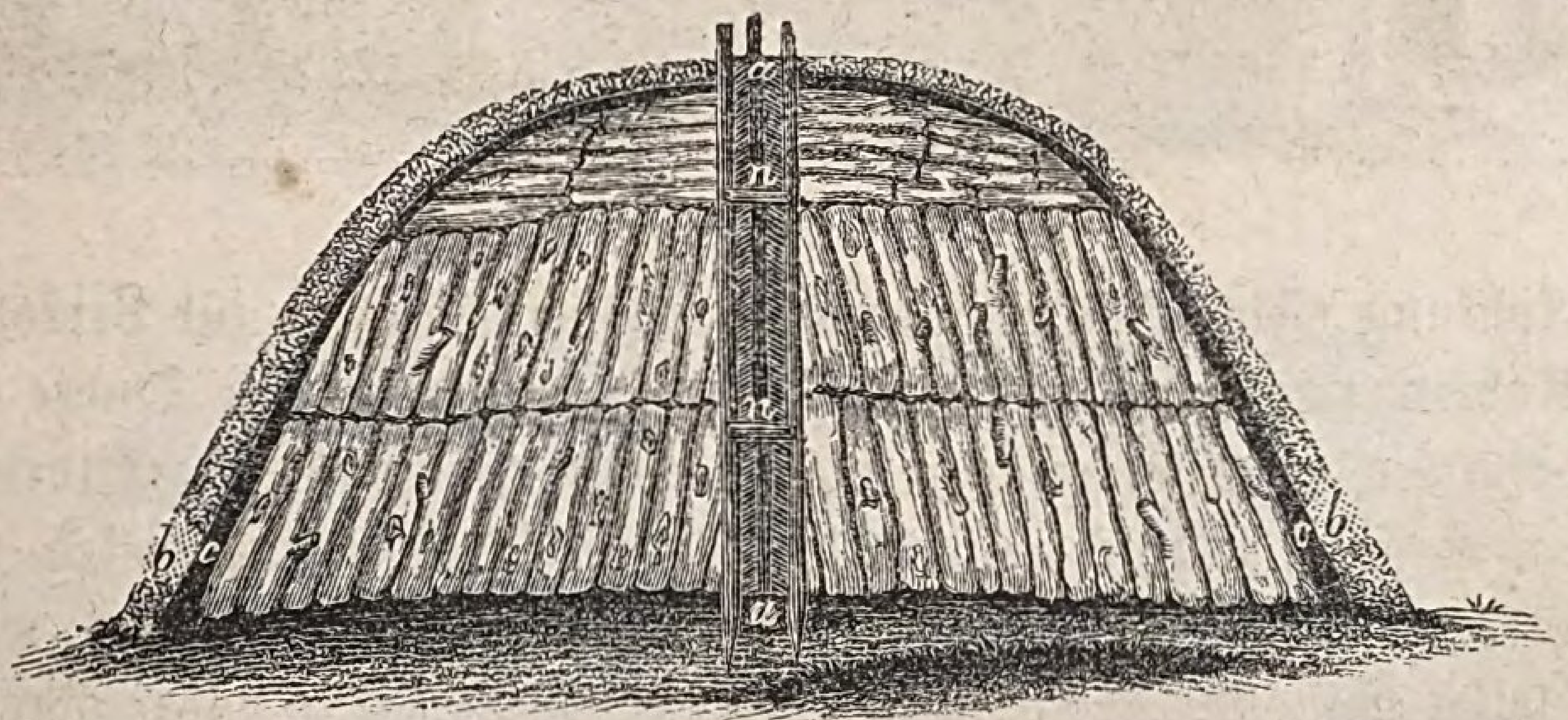
Außer dem Kohlenstoff enthalten die vegetabilischen Stoffe noch H und O (Erden und Metalloxyde), die sich theils untereinander, theils mit dem C verbinden, und beim Verkohlen als flüchtige Körper fortgehen. Legt man in die

Röhre Hornspähne und erhitzt, so schmilzt das Horn und liefert eine leichte, sehr poröse Kohle, Thierkohle; solche Kohlen erhält man auch aus Hufen, Haaren, Blut ꝛc. Werden Knochen verkohlt, so erhält man sogenannte Knochenkohlen. Alle Pflanzen- und Thierstoffe, der Verkohlung unterworfen, liefern Kohlen.

Außerdem kommt der Kohlenstoff als Diamant, Graphit, mit O verbunden in der CO_2 ꝛc. vor, welche verschiedene Arten des Vorkommens wir nach und nach kennen lernen wollen.

Die Holzkohle wird sehr viel in den Gewerben, zum Ausbringen der 201
Erze ꝛc. verwendet, und daher in holzreichen Gegenden in Masse erzeugt. Die meisten Hölzer werden in stehenden oder liegenden Meilern, oder auch in Haufen verkohlt. Die Meiler (Fig. 19) erhalten gewöhnlich die Form von

Fig. 19.

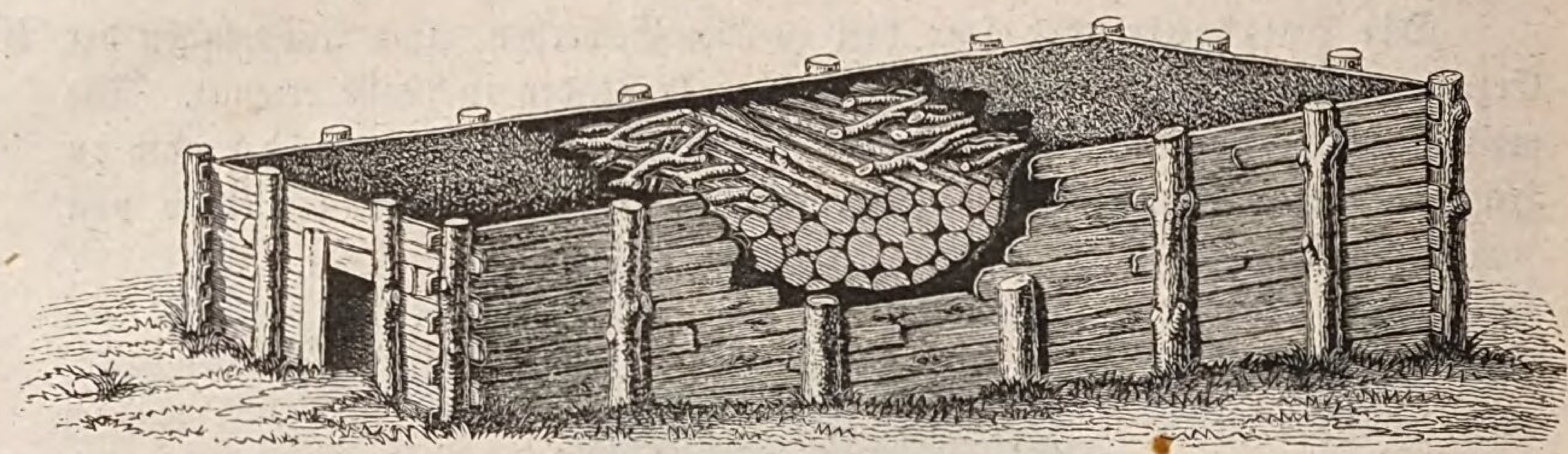


Halbkugeln. In der Mitte des kreisrunden, hartgeschlagenen Bodens, Quandel, worauf man den Meiler errichten will, schlägt man drei Stangen, Quandelstangen, im Dreieck *ann* fest ein, etwa 1 Fuß von einander entfernt; dann legt man Holzscheite, nach der Mitte gerichtet, auf den Boden, worauf man Scheite stellt, nach der Mitte zu geneigt, darauf eine zweite, dritte Reihe und füllt so den Raum aus; durch obenaufgelegte Scheite, Haube, erhält der Meiler die runde Form. Nun wird das Ganze mit Erde und Rasen bedeckt; bloß am Fuße bleiben einige Löcher *b b*, um Luft zuzulassen. In den Canal, den die Quandelstangen bilden, wirft man brennendes Stroh, Reisig, Kohlen, um ein schnelles, den ganzen Meiler ergreifendes Feuer zu bilden, was um so leichter geschieht, als man die trockensten Scheite an die Quandelstangen gelegt und trocknes Reisig dazwischen gesteckt hat. Der Canal wird mehrmals mit glühenden Kohlen gefüllt, bis sich das Feuer fortpflanzt, was besonders im Gipfel des Meilers stattfindet. Ist dort die Verkohlung eingetreten, so deckt man mehr, wodurch das Feuer nach der Peripherie sich zieht; zeigt sich dort ein leichter Rauch, so deckt man wieder mit starker Decke, die man festtritt, und Löcher durchstößt, wodurch das Feuer dahingezogen wird. Solche Löcher werden immer tiefer eingestoßen, wieder gedeckt ꝛc., bis man an den Boden gelangt, wo dann die Verkohlung beendet ist. Durch das Decken mit dickerer Decke, das Einstoßen von Löchern leitet man den Zug und die Gluth, wohin man will. Dann

wird die Decke theilweise abgenommen und Sand aufgeworfen, der die durch die Spalten dringende Gluth erstickt. So läßt man den Meiler einen Tag lang stehen, worauf man die Kohlen unten nach und nach auszieht und in Sand oder durch Besprengen mit Wasser löscht.

Bei den liegenden Meilern werden die Scheite immer von den Quandelstangen aus in Radien schichtweise gelegt, sonst wie oben verfahren. In der

Fig. 20.



Haufenverkohlung (Fig. 20) bringt man das Holz theilweise zur Verkohlung und zieht die Kohlen nach und nach; die Scheite werden in die Quere gelegt, so daß die Höhe des Haufens ansteigt bis zu einer von Pfählen gebildeten Hinterwand, dem Segel; Pfähle halten die Seiten. Der Haufen wird mit Rasen gedeckt und vorn an der tiefsten Stelle entzündet; auf dieselbe Art, wie bei den Meilern, leitet man die Verkohlung bis zum Segel, zieht aber schon Kohlen, wenn die Verkohlung noch 8 Fuß vom Segel entfernt ist.

Die Meilerkohle ist dichter, als die auf andere Art gewonnene; die Knoten des Holzes liefern eine so feste Kohle, daß sie zum Poliren der Metalle benutzt werden kann.

Aus Torf werden auch wohl Kohlen gewonnen in Meilern und Haufen. Aus Holz gewinnt man 20 bis 22 Proc. Kohlen vom Gewichte des lufttrocknen Holzes, aus Torf 24 bis 30 Proc. Sowohl Holz- als Torfkohlen werden auch in eigens construirten Oefen gewonnen, doch meistens nur, wenn man die flüchtigen Producte auffammeln will, wovon später.

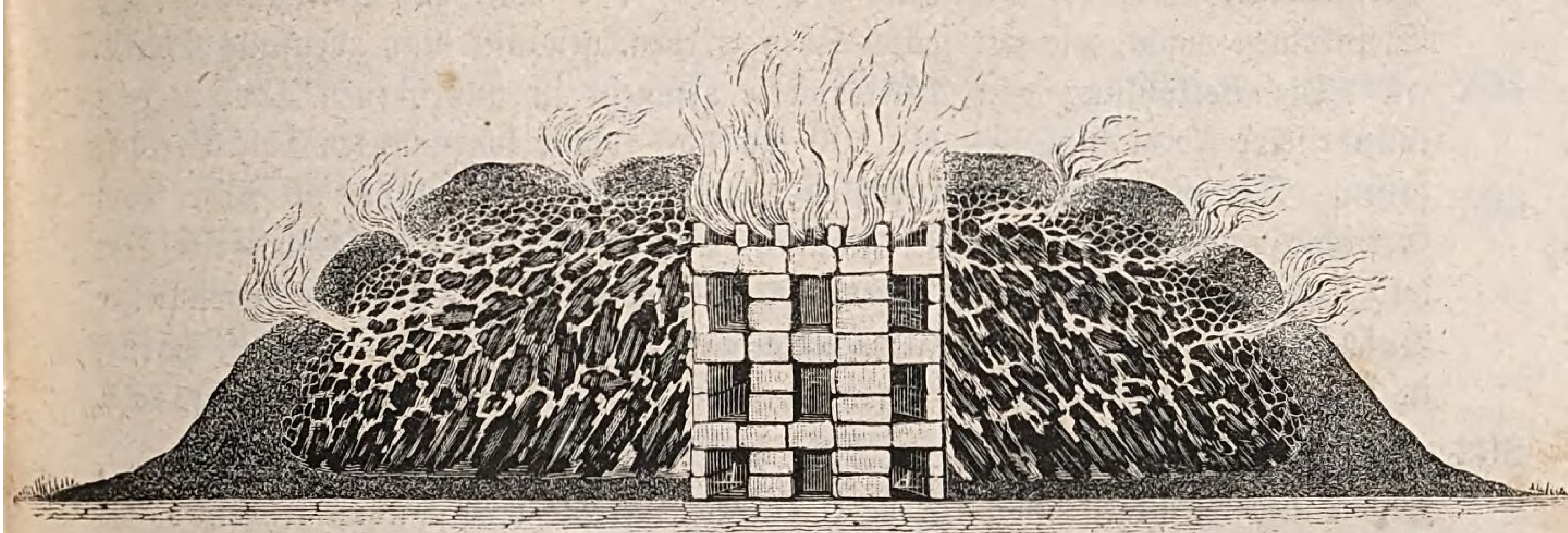
Die Kohle behufs der Pulverfabrikation gewinnt man in gußeisernen, mit Deckeln fest geschlossenen Cylindern, die in Oefen bis zur Rothglühhitze erhitzt werden; das Holz wird in Gestalt von Stäben eingelegt. Eine solche Kohle, nur von leichten Hölzern gewonnen, ist braun, und brennt mit hellblauer Farbe. Die Ausbeute beträgt 33 Proc. vom Gewichte des trocknen Holzes. Die vegetabilische Kohle kommt auch noch als Kienruß vor, und wird auf folgende Art gewonnen: Kienholz, Harz oder Theer wird in einem niedrigen Ofen bei geringem Luftzutritt verbrannt und der schwarze Rauch durch lange Canäle in eine Kammer geleitet, gedeckt mit einer Kappe aus grober Leinwand. Der feinste Ruß setzt sich in der Kammer und der Kappe ab, der gröbere in den Canälen; er wird von Zeit zu Zeit abgefegt. Der so gewonnene Ruß ist noch mit öligen Substanzen gemengt, wovon er durch Glühen in verschlossenen Cy-

lindern befreit wird. Eine feine Schwärze gewinnt man dadurch, daß man Blechdeckel über Oellampen anbringt, so daß eine unvollständige Verbrennung entsteht; der Kohlenstoff, der nicht verbrennen kann, setzt sich als feine Schwärze an, die man noch ausglühen muß. Frankfurter- oder Druckerschwärze wird durch Verkohlen von Weintrebern in glühenden Cylindern gewonnen. Die bekannte schwarze Farbe, die chinesische Tusche, ist auch nichts anderes als Ruß, mit Gummi abgerieben; den Ruß gewinnt man durch's Verbrennen des Sesamöls in vielen Lampen mit metallenen Deckeln.

Aus den Steinkohlen gewinnt man durch's Verkohlen die Coaks, die viel zum Heizen der Locomotiven, zum Ausbringen der Metalle aus den Erzen 2c. verbraucht werden.

Sie werden theils in Meilern, theils in besonderen Oefen gewonnen. In der Mitte des Meilers (Fig. 21) ist eine Esse gebaut aus Ziegelsteinen, um

Fig. 21.

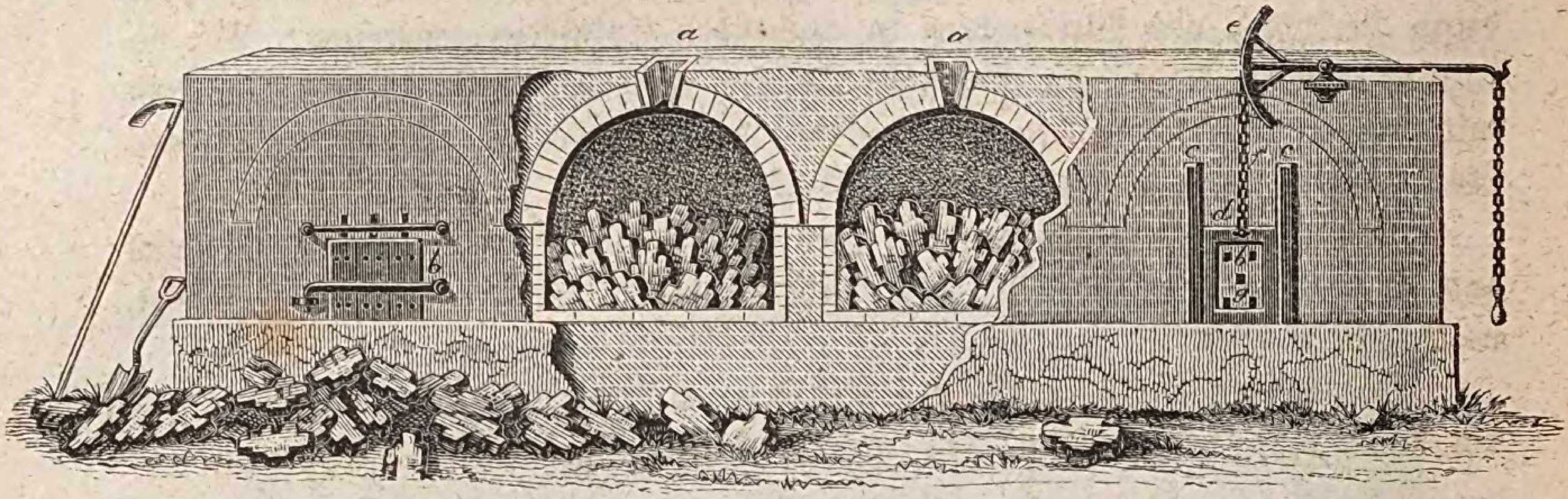


welche die Steinkohlen (Stückkohlen) in Reihen so aufgesetzt werden, daß Canäle entstehen, die von der Außenseite des Meilers in Zuglöchern in der Esse münden und den nöthigen Zug bedingen; kleine Kohlen bilden das Aeußere des Meilers. Er wird entzündet von der Esse aus, in die man glühende Kohlen wirft und sie dann mit einer Eisenplatte deckt. Die Stellen, wo keine Flamme mehr erscheint, bedeckt man; sind alle Punkte des Meilers mit Decke versehen, so wird die Platte von der Esse abgenommen, um den Dämpfen Abzug zu verschaffen. Steigt keine Flamme mehr aus der Esse, so werden Esse und alle Oeffnungen geschlossen und das Feuer so erstickt. Nach einigen Tagen zieht man die fertigen Coaks.

Die Coaksöfen (Fig. 22 a. f. S.) sind gewölbt und haben oben eine Oeffnung *aa* und vorn eine Thür *d* zum Einsetzen der Kohlen, sowie reihenweise liegende Zuglöcher. Sind die Kohlen entzündet, so wird die obere Oeffnung geschlossen, sowie die Thür und nur die untere Reihe von Zuglöchern offen gelassen; zeigt sich das Feuer an der zweiten Reihe, so wird die untere geschlossen, und so fort, bis die Kohlen vercoakt sind, worauf sie noch glühend herausgenommen und in Wasser gelöscht werden. Um Coaks aus Kohlenklein zu erzeugen, benutzt man niedrig gewölbte Oefen, auf deren heißer Platte die Kohlen

ausgebreitet und entzündet werden; rauchen sie nicht mehr, so werden sie herausgenommen und gelöscht. Man erzeugt 50 bis 70 Proc. Coaks vom Gewichte der

Fig. 22.



Steinkohlen. Bei der Bereitung des Gases, das man zur Beleuchtung aus Steinkohlen macht, wie wir später sehen werden, gewinnt man ebenfalls Coaks.

Die Verkohlung von Thierknochen geschieht in gußeisernen Töpfen von cylindrischer Form in Oefen, die 100 bis 150 solcher sogenannten Calcinirtöpfe fassen. Die erkalteten Knochenkohlen, von denen man 50 bis 60 Proc. dem Gewichte nach aus den Knochen gewinnt, werden durch Walzen grob zerkleinert und dann zwischen Mühlsteinen zermahlen, gesiebt, und liefern das sogenannte Beinschwarz. Verkohltes Elfenbein (Abfall) liefert eine schöne schwarze Farbe, in den besten Sorten in der Oelmalerei, dann auch zur Stiefelwichse rc. gebraucht.

202 In der Natur findet man C im Mineralreiche als Steinkohlen, Braunkohlen und Anthracite in mehr oder weniger unreinem Zustande; rein nur als Diamant und Graphit.

Der Diamant, in Octaëdern und Dodecaëdern krystallisirt, findet sich im Schuttlande, besonders in Brasilien und Ostindien, mannigfach gefärbt, als der härteste aller Körper; specif. Gewicht = 3,5. In O verbrennt er zu CO_2 mit kleiner Flamme, bedarf aber dazu einer sehr hohen Temperatur, wie der Focus eines Brennspiegels sie hervorbringt.

Der Graphit, Reißblei, schwarzer, undurchsichtiger, metallglänzender C in sechsseitigen Tafeln krystallisirt, meist aber amorph, findet sich fast rein in England, bei Passau und an anderen Orten. Er färbt ab mit grauer Farbe, wird deshalb in Holz gefaßt und bildet den schreibenden Kern unserer Bleistifte. Die dünnen Stangen zu den Stiften werden entweder aus größeren Stücken mit feinen Sägen ausgeschnitten, oder aus feinem Graphitpulver mit einem Bindemittel in Stahlformen unter sehr starkem Drucke geformt. Ferner dient er seiner Schlüpfrigkeit wegen zu Wagen- und Maschinenschmiere; auch macht man Schmelztiegel daraus; eiserne Gegenstände, wie bei uns die eisernen Stubenöfen, werden damit überzogen. Schmelzendes Gußeisen ist das einzige Lösungsmittel für Kohle; es löst in geschmolzenem Zustande mehr C auf, als es in kaltem gelöst halten kann, daher krystallisirt aus dem langsam erkaltenden Eisen der C in glänzenden, kleinen Blättchen heraus. In den großen Oefen, in denen Eisen

aus den Erzen ausgebracht wird, in den Hohöfen, findet man den C als Graphit oft in nicht kleinen Massen, immer in mehr oder weniger breiten Blättern.

Kohlenstoff, künstlich dargestellt, ist immer amorph, mehr oder weniger schwarz und undurchsichtig.

Der C kommt also in mehreren, besonders in drei Modificationen vor, als: 203

1. a C, Diamant, durchsichtig, krystallinisch.
2. b C, Graphit, undurchsichtig, krystallinisch.
3. c C, Kohle, undurchsichtig, unkrystallinisch.

Die Eigenschaft mancher Körper, in solchen verschiedenen Modificationen aufzutreten, nennt man Allotropie, die Modificationen selbst allotropische Zustände, wozu also der Dimorphismus und Polymorphismus ebenfalls gehören.

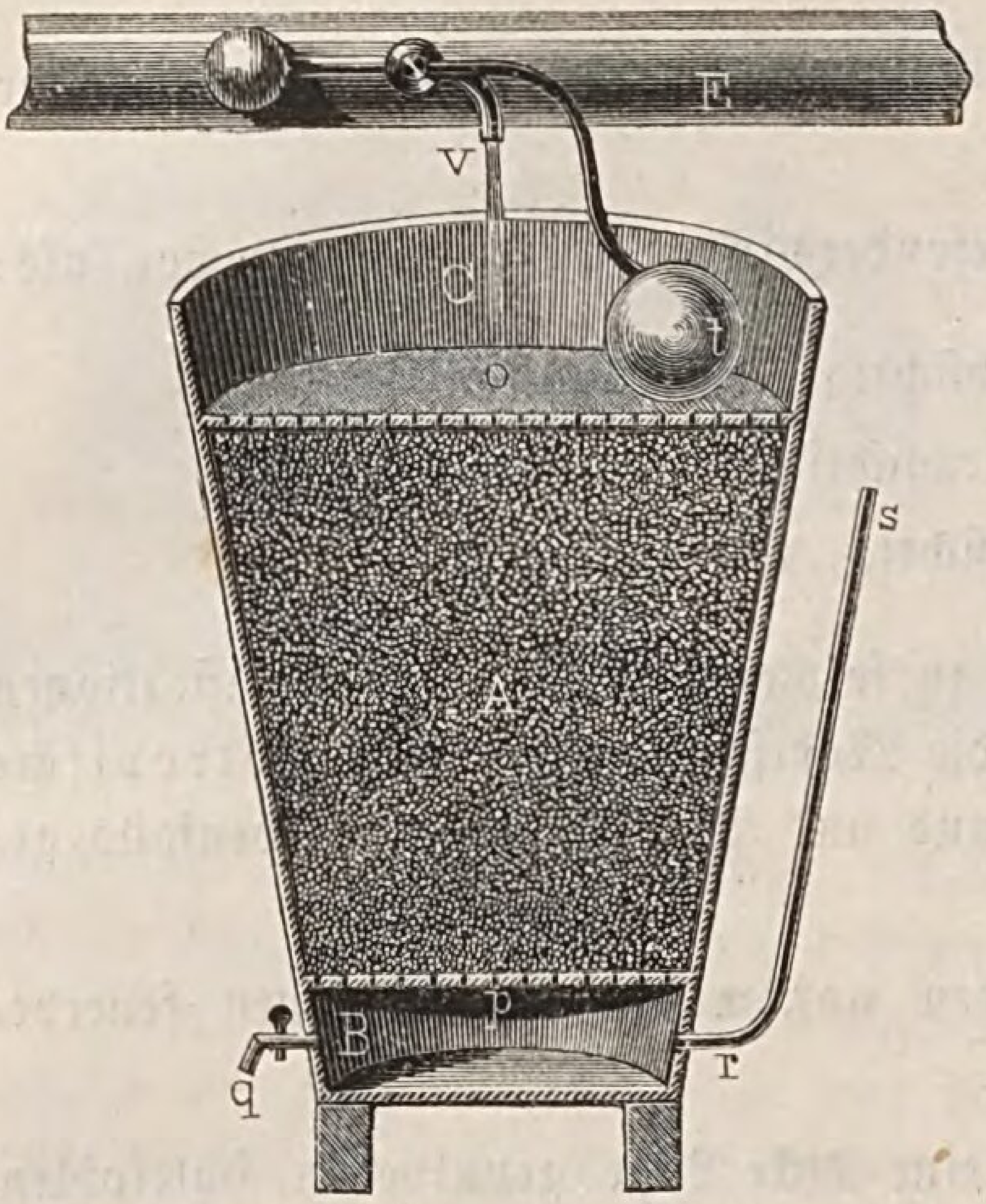
Kohlenstoff ist in allen Zuständen unschmelzbar, vollkommen feuerbe- 204
ständig.

Man lege auf ein Papierfilter eine dicke Lage gepulverter Holzkohlen, 205
am besten frisch geglühter, oder man umbinde die untere Oeffnung eines weiten Glasrohres mit Leinen und lege darauf eine 2 bis 3 Zoll hohe Schicht Holzkohle, und befeuchte dieselbe mit etwas Wasser. Von der Auflösung des Indigo in Schwefelsäure, von der beim Cl schon die Rede war (siehe Nr. 147), setze man so lange zu Wasser, bis es ziemlich tief blau gefärbt erscheint. Gießt man nun von dieser Flüssigkeit auf die Kohle, so wird dieselbe farblos, oder doch viel blasser gefärbt durchlaufen. Noch besser wirkt Knochenkohle. Rothwein, oder mit Dinte gefärbtes Wasser werden ebenfalls durch Kohle entfärbt. Die Kohle hat die Fähigkeit, manche aufgelöste Stoffe auf sich niederzuschlagen, in Folge einer Art chemischer Verwandtschaft oder Anziehung, die sie zu diesen Stoffen, besonders organischen Ursprungs, hat. Daß die Kohle wirklich den Farbstoff des Indigo auf sich niedergeschlagen hat, beweist man dadurch, daß man sie in eine schwache Lösung von Kali in Wasser legt; diese Lösung färbt sich blau. Besonders thierische Kohle zeigt diese Eigenschaft in hohem Grade, da sie in großer Menge phosphorsauren Kalk beigemengt enthält, wodurch die eigentliche Kohle also in der feinsten Vertheilung sich befindet und eine beträchtlich wirkende Oberfläche darbietet.

Die Knochenkohle wird namentlich zum Entfärben des Zuckersyrups beim 206
Raffiniren gebraucht. Ziemlich allgemein benutzt man das Filter von Dumont nach folgender Einrichtung: In einem kupfernen Gefäße liegt zwischen zwei mit grober Leinwand bedeckten Siebböden *o*, *p* (Fig. 23 a. f. S.) eine 2 bis 3 Fuß hohe Schicht grobgepulverter Kohle *A*, die ziemlich fest gestampft ist; der Raum *B* unter *A* dient dazu, den durchgegangenen Syrup zu halten, bis man ihn durch *q* ablassen will; *t* ist eine Hohlkugel von Messing, ein Schwim-

mer, durch einen Stiel mit dem Hahn v so verbunden, daß sie, gehoben, den

Fig. 23.



Hahn schließt, gesunken, denselben öffnet. Durch diesen Schwimmer wird der Zufluß des Syrups durch die Zuflußröhre E geregelt; hat nämlich die Flüssigkeit in C den höchsten Stand erreicht, so wird die Kugel so gehoben, daß der Hahn sich schließt; sinkt die Flüssigkeit, so sinkt auch der Schwimmer und öffnet den Hahn, durch welche Einrichtung der Apparat sich selbst regulirt. Aus B erhebt sich eine Röhre $r\,s$, welche die aus den Poren der Kohle durch den Syrup verdrängte Luft ableitet; diese Luft müßte sonst durch die Löcher des oberen Siebbodens entweichen, wodurch die Wirkung außerordentlich verlangsamt würde.

207 Blut, Horn, Abfälle von Leder &c. liefern mit Kali gemengt und in eisernen Kesseln bei Rothglühhitze verkohlt, nach dem Auslaugen mit Wasser eine sehr wirksame Kohle. Ein Gemenge von 100 Thln. Pfeifenthon, 20 Thln. Theer und 500 Thln. feingepulverter Steinkohle geben nach dem Glühen eine recht gut entfärbende Kohle. Manche Flüssigkeiten muß man in der Chemie mit Thierkohle kochen, um färbende organische Materien daraus zu entfernen; vor dem Gebrauche muß man sie mit verdünnter Salzsäure auskochen, namentlich die aus Blut dargestellte Kohle, um manche Stoffe, besonders Eisenoxyd, daraus zu entfernen; die gut ausgesüßte Kohle darf als rein gelten.

208 Auch die durch Fäulniß in den Körpern gebildeten Producte vermag die Kohle auf sich niederzuschlagen; so dient sie, um fauliges, verdorbenes Wasser wieder trinkbar zu machen. Wasser, mit Kohlenpulver gemengt, fault selten oder gar nicht, weshalb man zum Aufbewahren des Trinkwassers auf den Schiffen sich Fässer bedient, die inwendig gut verkohlt sind. Fleisch, in dicken Lagen Kohlenpulvers in luftdicht verschlossenen Gefäßen verpackt, hält sich Monate lang gut und frisch.

209 Man glühe eine Holzkohle in einer Probirröhre und lösche sie in Quecksilber; legt man eine solche Kohle, nachdem man sie gewogen hat, einige Tage hin, besonders an einem feuchten Orte, so findet man sie schwerer; die Kohle, besonders frisch ausgeglühte, hat die Eigenschaft, Luft, Wasserdampf und noch viele Luftarten zu absorbiren und in ihren Poren zu verdichten. So kann sie ihr 35faches Volum CO_2 absorbiren, von anderen Gasen sogar das 90fache; in Wasser getaucht, giebt sie zum Theil das absorbirte Gas in feinen Bläschen wieder von sich, von CO_2 die Hälfte. Diese Eigen-

schaft der Kohle ist eine Folge ihrer Porosität; die zahlreichen Röhrchen in ihrem Innern wirken als Haarröhrchen und zeigen die Erscheinungen der Capillarität. Gepulverte Kohle zeigt eine viel geringere Absorptionskraft, weil die wirkenden Röhrchen größtentheils zerstört sind. Da die Kohle das Vielfache ihres Volums mancher Gase zu absorbiren vermag, so müssen sich diese Gase in den Poren der Kohle in einem verdichteten Zustande befinden, vielleicht in tropfbarem. Daß eine solche Verdichtung stattgefunden, beweist auch der Umstand, daß diejenigen Gase am leichtesten und im größten Maaße absorbirt werden, die am leichtesten zu condensiren sind. H, bis jetzt noch nicht condensirt, wird von der Kohle nur bis zum $1^3/_4$fachen des Volums absorbirt. Auch wird, wie bei jeder Condensation, Wärme frei, die so bedeutend sich steigern kann, daß bei großen Massen kohliger Stoffe Entzündung eintritt. Miasmen und Riechstoffe werden ebenfalls von der Kohle absorbirt; so benehmen Kohlen unangenehm riechenden Kleidern den Geruch, und dumpfige Zimmer werden durch hineingestellte Kohlen wieder rein; auf diese Art reinigt man auch die Luft in den Krankenzimmern. Branntwein, durch Kohle filtrirt, verliert den unangenehmen Geruch, den ihm ein flüchtiger ölartiger Stoff, das Fuselöl, ertheilt; und so in vielen anderen Fällen.

Dem Graphit und den Coaks gehen sowohl die Fähigkeit ab, Farbstoffe auf sich niederzuschlagen, als auch die, Gase zu verdichten, weil sie nicht porös genug sind.

Kohle ist durch ihre Unzerstörbarkeit bei gewöhnlicher Temperatur und 210
bei Ausschluß der Luft ausgezeichnet; dadurch wird sie befähigt, lange Zeit unverändert in der Erde zu bleiben. Diese Eigenschaft benutzt man, um bei Pfählen die Theile, welche in die Erde gesenkt werden sollen, zu conserviren, indem man ihre Oberfläche verkohlt. Metalle überzieht man mit Theer und umgiebt sie mit einer Kohlenschicht, wenn sie in der Erde bleiben sollen.

Verbindungen des Kohlenstoffs.

Mit dem O verbindet sich C in mehreren Verhältnissen. C hat zum 211
O eine sehr große Affinität, weshalb er auch so geeignet ist, den Metallen O zu entziehen, sie zu reduciren, besonders noch deshalb, weil er in erhöhter Temperatur bei vollkommenem Luftzutritt mit dem O ein Gas bildet, CO_2, das leicht fortgeschafft werden kann; bei unvollkommenem Luftzutritt entsteht das Kohlenoxydgas, CO. Beide Verbindungen, sowie eine dritte, die Oxalsäure, C_2O_3, die in der Natur gebildet vorkommt, aber auch aus organischen Stoffen künstlich gebildet werden kann, sollen bei den Säuren angeführt werden. Die übrigen Verbindungen gehören der Chemie organischer Körper an.

Mit dem H bildet C sehr viele Verbindungen, die größtentheils der 212
organischen Chemie angehören, und sowohl fest, als tropfbar und gasförmig vorkommen. Zwei gasförmige, das leichte Kohlenwasserstoffgas und das schwere Kohlenwasserstoffgas, sollen hier schon durchgenommen werden.

Das leichte Kohlenwasserstoffgas, CH_2.

213 Man löse Aetzkali in sehr wenig Wasser und setze so lange essigsaures Natron und Kalkhydrat zu, bis ein dicklicher Teig entsteht (man gewinnt das essigsaure Natron, indem man in klaren, scharfen Weinessig, wässeriger Essigsäure, so lange kohlensaures Natron, Soda, einträgt, als noch ein Brausen, durch die von der Essigsäure ausgetriebene Kohlensäure veranlaßt, stattfindet, und dann bis zur Krystallisation abdampft). Diesen Teig giebt man in ein Kölbchen mit Entwickelungsrohr; erhitzt man nun, so entweicht zuerst Wasserdampf und atmosphärische Luft, dann ein farb- und geruchloses Gas, welches man in Flaschen auffängt; es ist das leichte Kohlenwasserstoffgas.

214 Man leite das Gas, wie beim H angegeben, in eine Glockenflasche mit Spitzrohr, treibe das Gas aus der Spitze und entzünde es; es brennt mit gelblich weißer oder bläulicher Flamme, die viel mehr leuchtet als die Wasserstoffgasflamme. Es ist viel schwerer zu entzünden als H; dieses ist schon durch einen dunkelrothglühenden, jenes erst durch einen weißglühenden Eisendraht zu entzünden.

215 Stürzt man über die Flamme ein trockenes Glas, so beschlägt es; es wird also Wasser gebildet; hält man ein Löffelchen voll klares Kalkwasser über die Flamme, oder gießt man Kalkwasser in das übergestürzte Glas, so trübt sich dasselbe; es bildet sich Kohlensäure. Das H des Kohlenwasserstoffgases bildet also mit dem O der atmosphärischen Luft HO, die C bildet CO_2, und zwar braucht ein Maaß leichtes Kohlenwasserstoff zwei Maaß O und bildet mit dem einen Maaß HO, mit dem andern CO_2; 1 Volum O braucht aber, um HO zu bilden, 2 Volumina H, also müssen in dem einen Maaß Kohlenwasserstoff 2 Volumina H enthalten sein; 1 Volum O bedarf, um CO_2 zu bilden, $\frac{1}{2}$ Volum C, also muß 1 Maaß Kohlenwasserstoff auch $\frac{1}{2}$ Volum C enthalten; es besteht also aus 2 Volumina H und $\frac{1}{2}$ Volum C, oder aus 4 H und 1 C, also die Formel $= CH_2$.

216 In der oben angeführten Entwickelungsart wird die Essigsäure und das Wasser zerlegt in Gegenwart der starken Basen. Essigsäure besteht aus C, H, O; der C bildet theils CO_2 mit dem O der Essigsäure und des Wassers, die wieder CaO, CO_2, KO, CO_2 und NaO, CO_2 macht, theils verbindet er sich mit dem H der Essigsäure und des Wassers zu CH_2.

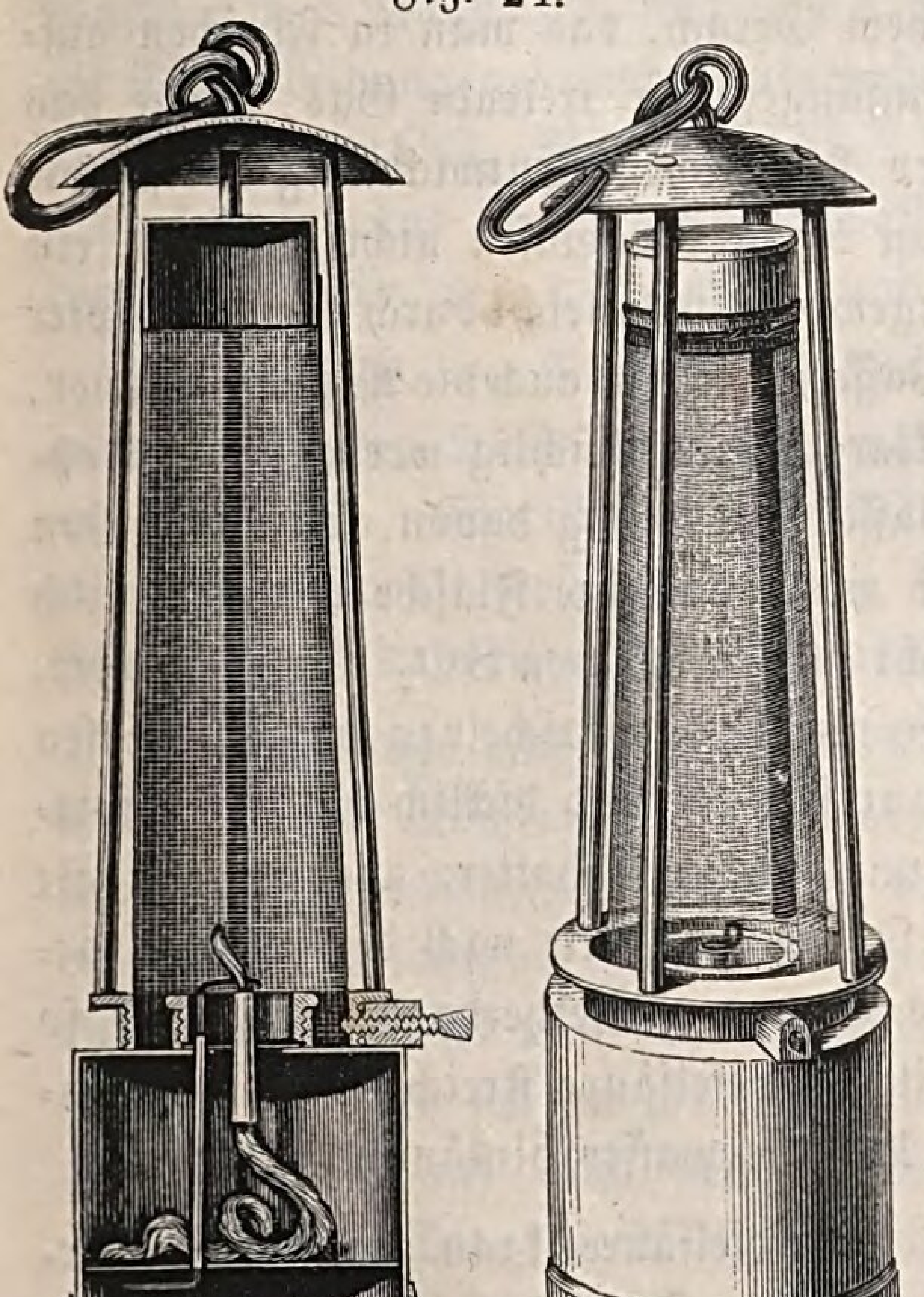
217 CH_2 bildet sich häufig nebst CO_2 in stehenden Gewässern, in Sümpfen und Lachen aus faulenden Pflanzenstoffen, Holz, Blättern, Wurzeln 2c., die auf dem Boden als Schlamm sich ansammeln und sich zersetzen, besonders in der warmen Jahreszeit; man kann dann häufig die aufsteigenden Blasen bemerken, besonders wenn man mit einem Stocke den Schlamm aufrührt. Das aufsteigende Gas kann man leicht in einer Flasche auffangen, die man, mit Wasser gefüllt und mit einem Trichter versehen, in ein solches Wasser taucht,

die Oeffnung mit dem Trichter nach unten unter Wasser haltend, so daß die Gasblasen in den Trichter und von da in die Flasche steigen. Man läßt etwas Wasser in der Flasche, bringt unter Wasser einige Stückchen Aetzkalk hinein, verstöpselt und schüttelt das Gas zur Absorption der CO_2 tüchtig durch; so lassen sich die mit Gas gefüllten Flaschen transportiren. Seine Entstehung in Sümpfen hat ihm den Namen »Sumpfgas« gegeben.

Hält man in die Flamme des aus der Glockenflasche strömenden Gases ein Drahtgewebe, das auf den Quadratzoll etwa vierhundert Maschen hat, also zwanzig Maschen auf einen Längenzoll (jede Masche etwa $^1/_2$ Linie lang und breit), so bemerkt man, daß die Flamme niedergedrückt wird, als wenn ein Blech darübergehalten würde; es geht nur Rauch durch das Geflecht, nicht die Flamme. Hält man in den Rauch einen brennenden Spahn, so entzündet er sich. Hält man das Drahtgeflecht vor dem Anzünden in den Gasstrom und zündet über dem Geflecht an, so brennt das Gas über demselben, pflanzt sich aber nicht durch die Drähte fort bis zur Oeffnung, aus der das Gas strömt. Diese Erscheinung erklärt sich daraus, daß das Metall, als ein guter Wärmeleiter, dem brennenden Gase zu viel Wärme entzieht, als daß es fortbrennen könnte; wird das Geflecht weißglühend, so entzündet sich das Gas auch unterhalb. 218

Diese Erfahrung hat der englische Chemiker John Davy benutzt zur Construction der sogenannten Sicherheitslampe, welche die oft in Bergwerken, besonders in Steinkohlengruben vorkommenden Explosionen zu verhüten bestimmt ist. Aus den Spalten und Höhlungen der Steinkohlenlager nämlich, besonders wo frische Steinkohlen abgeschlagen werden, strömt oft in großer Menge leichtes Kohlenwasserstoffgas hervor, das hier auf ähnliche Art wie auf dem Boden der Sümpfe entsteht (daher auch Grubengas genannt) und mit dem O der atmosphärischen Luft ein leicht entzündliches, mit großer Gewalt und verderblicher Wirkung für die Bergleute explodirendes Gasgemenge bildet (eine Art Knallgas), von ihnen feuriger Schwaden oder schlagende Wetter genannt. Davy umgab die Bergwerkslampe mit einem feinen Drahtgewebe, innerhalb welches das Gasgemenge nur verbrennt, ohne die Verbrennung nach außen fortzupflanzen. 219

Fig. 24.



Die cylindrische, am oberen Theile doppelte Drahthülle von so feinem Geflecht (Fig. 24), daß etwa 800 Maschen auf den Quadratzoll kommen, ist auf der Lampe von cylindrischer Form

befestigt, gestützt durch drei oder vier Stäbe. Ein an beiden Seiten mit Haken versehener Draht, der das Oelgefäß luftdicht durchdringt und sich auf- und abbewegen läßt, dient zum Putzen der Lampe, da die Drahthülle nicht abgenommen werden darf. Beträgt in Bergwerken das Grubengas $^1/_{12}$ der Atmosphäre, so erfüllt eine schwache blaue Flamme den Cylinder, indem der Docht glänzend fortbrennt; bei $^1/_5$ bis $^1/_6$ füllt sich der Cylinder mit einem starken Lichte; bei $^1/_3$ erlischt der Docht, dann ist aber auch die Luft in dem Bergwerke zum Athmen untauglich. Die Entzündung des Gasgemenges kann durch Rußtheilchen vermittelt werden, weshalb das Geflecht immer sorgfältig rein gehalten werden muß. Das specif. Gewicht dieses Gases ist = 0,55.

Das schwere Kohlenwasserstoffgas, CH.

220 Man bildet es am besten auf folgende Art: Man gebe in einen Kolben oder in eine Retorte mit Entwickelungsrohr 4 Gewichtstheile SO_3, HO und gieße dann 1 Gewichtstheil Alkohol zu, oder auch 1 Volum SO_3, HO zu 3 Volumina Alkohol; man erhitzt in der Sandkapelle. Das Gemisch bräunt sich und wird endlich schwärzlich, während sich mit der entweichenden Luft ein Geruch nach Aether verbreitet, der entsteht, wenn SO_3, HO mit Alkohol erhitzt wird. Darauf entwickeln sich Blasen, die Flüssigkeit geräth ins Kochen, schäumt stark und steigt, weshalb man den Kolben auch nicht zu klein wählen darf. Mit dem Auffangen des Gases wird so lange gewartet, bis anzunehmen ist, daß alle atmosphärische Luft verdrängt ist, indem das Gas mit dem O der Luft ein Knallgas bildet. Anfangs schwächer, dann sehr stürmisch, entwickelt sich nun ein farbloses Gas von eigenthümlichem Geruch, das man in Flaschen auffängt. Das anfangs farblos in die Auffangegläser tretende Gas, sowie das im Kolben, erscheint namentlich bei der stürmischen Entwickelung weiß wie Wasserdampf; es verbreitet sich, wenn man einige Gasblasen nicht auffängt, ein Geruch nach SO_2, deren Dasein im Auffangewasser man leicht durch Lackmuspapier nachweisen kann; SO_2 löst sich leicht in Wasser, weshalb auch die Auffangeflaschen, in denen man etwas Wasser läßt, bald klar und durchsichtig werden, das Kohlenwasserstoffgas bleibt zurück, da das Wasser nur wenig davon absorbirt. Von Anfang an entwickelt sich CO_2, weshalb man auch eine Flasche mit Kalkmilch gefüllt vorlegt, durch welche das Gas streicht und so frei von SO_2 und CO_2 wird. Nach der stürmischen Entwickelungsperiode nimmt das Erscheinen der Gasblasen sehr ab, wobei das Gemisch im Kolben ganz schwarz und dicklich wird; bei fortgesetzter Erhitzung wird die Gasentwickelung wieder lebhafter, aber man erhält fast nur SO_2 und CO_2; man kann daher füglich die Arbeit nach der raschen Entwickelung abbrechen. Will man das Gas noch von Aetherdampf reinigen, so läßt man es noch durch eine Flasche mit Schwefelsäure streichen, zu den einfachen Versuchen wird es aber durch das Auffangewasser hinlänglich gereinigt.

221 Die Entwickelung aus Alkohol und Schwefelsäure kann man sich so erklären: Der Alkohol besteht aus C, H, O; ein Theil des H bildet mit dem

C das Kohlenwasserstoffgas, der andere mit dem O Wasser, das zur Schwefelsäure geht. Hierbei scheidet sich C aus, weshalb das Gemisch sich auch bräunt und endlich schwärzt, und zu Ende der Arbeit im Kolben eine kohlige Masse bleibt. Der ausgeschiedene C wirkt zersetzend auf die SO_3, HO, bemächtigt sich eines Atoms des O derselben und bildet CO_2, während die Schwefelsäure zur schwefligen Säure wird. Daß aber noch andere Producte entstehen, kann man auf folgende Art erfahren: Man leitet das Gas durch ein Rohr in eine kleine leere Flasche mit zweifach durchbohrtem Kork, aus welcher es durch das Entwickelungsrohr in die Auffangeflaschen gelangt; in diesem Fläschchen sammelt sich bald ein sehr saures Wasser an, in Wasser gelöste SO_2, in welchem ölartige Tropfen sich bilden, die zu Boden sinken und sich ansammeln; diese Flüssigkeit ist Weinöl, das man mit Wasser reinigen kann.

Man lasse das Gas aus der Glockenflasche mit Spitzrohr strömen und entzünde es; es verbrennt mit gelber, hellleuchtender Flamme, die viel mehr Licht verbreitet, als die Flamme einer Kerze oder Lampe; aus der Aehnlichkeit aber einer gewöhnlichen Kerzenflamme mit dieser ersieht man leicht, daß dieses Gas hauptsächlich die Kerzenflamme bildet. Wendet man eine etwas weite Spitzröhre an und eine große Glockenflasche, so erhält man eine sehr hohe Flamme, die mit prasselndem Geräusch brennt. 222

Man bringe in eine Flasche voll CH unter Wasser einige Stücke Aetzkalk, verstöpsele sorgfältig und schüttele gut durch, um das Gas von CO_2 zu befreien; es ist dann leicht, wie beim Grubengase, nachzuweisen, daß beim Verbrennen des schweren Kohlenwasserstoffs CO_2 und HO gebildet werden. Ein Raumtheil des Gases gebraucht zum Verbrennen 3 Raumtheile O und giebt 2 Maaß CO_2 und Wasser; in 2 Maaß CO_2 sind aber 4 Maaß O enthalten, 2 Maaß O werden also zur Wasserbildung gebraucht, indem sich das Volumen verdoppelt. 4 Maaß O gebrauchen zur CO_2-Bildung 2 C, 2 Maaß O zur Wasserbildung 4 H; daher besteht 1 Volum des schweren Kohlenwasserstoffgases aus 2 Volumina C und 4 Volumina H, oder aus 1 Volum C und 2 Volumina H, also die Formel ist CH. 223

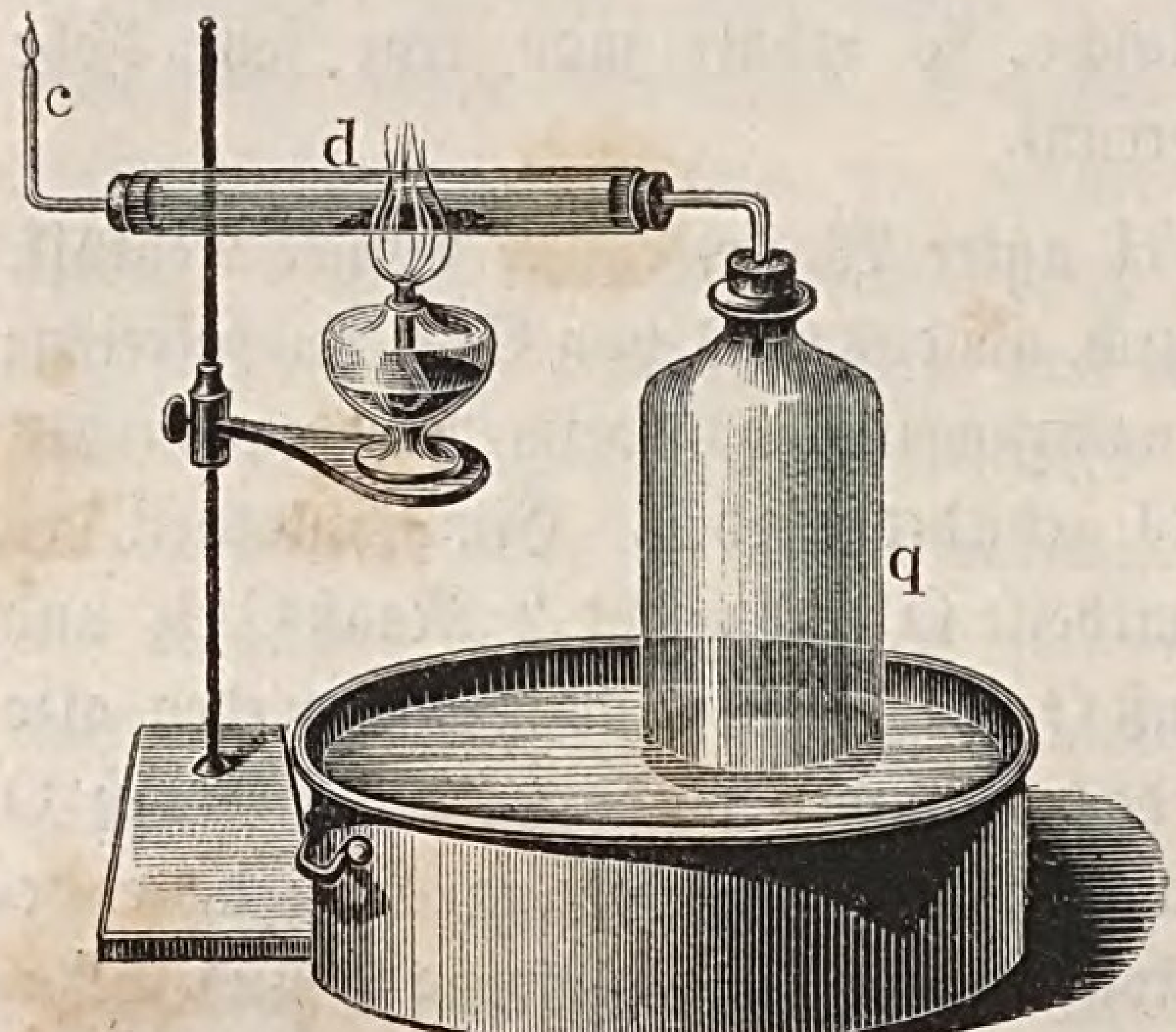
Man fülle eine Blase mit 1 Maaß CH und 3 Maaß O, und mache, wie beim Knallgase, Blasen auf Seifenwasser; angezündet verpuffen diese Blasen wie Knallgas. Ein Gefäß, mit diesem Gemenge gefüllt und entzündet, würde mit großer Gewalt zersprengt werden, da das eine Product der Verbrennung, CO_2, sich zu einem doppelten Volumen ausdehnt. 224

Man bringe eine Flasche voll Cl mit der Oeffnung in einen tiefen Teller mit gesättigter Kochsalzlösung (um die Absorption des Cl zu vermindern) und lasse aus einer Blase, die man auf die bekannte Art mit CH gefüllt hat, durch ein Spitzrohr langsam Blasen in die Flasche treten; bald verschwindet die grünliche Farbe des Cl und das Sperrwasser dringt mehr und mehr in die Flasche; zugleich sammeln sich an den Wänden der Flasche Tropfen einer öligen Flüssigkeit, die nach und nach herunterrinnen und auf dem Boden des Tellers sich ansammeln. Die einzelnen Tröpfchen lassen sich leicht zu einem größeren Quantum vereinigen und, nachdem man sie durch Wasser von der Kochsalz- 225

lösung gereinigt hat, in ein Fläschchen bringen, das man aber gut verschließen muß, da die Flüssigkeit sehr flüchtig ist, oder in eine Röhre, die man nachher etwas auszieht und an der Spitze zuschmilzt. Die gewonnene Flüssigkeit ist schwach gelblich gefärbt, oder farblos, von angenehmem ätherischen Geruch. Sie war früher unter dem Namen »Oel der sieben Holländer« oder »holländische Flüssigkeit« bekannt, und besteht aus 1 Volum Cl und 2 Volumina CH. Das schwere Kohlenwasserstoffgas nennt man, weil es sich mit Cl zu dieser Flüssigkeit vereinigt, »Oelbildendes Gas, Elaylgas, Aetherin«, die holländische Flüssigkeit »Chlorelayl, Chlorätherin«. In größerer Menge erhält man diese Flüssigkeit, wenn man durch den zweifach durchbohrten Stöpsel einer etwas großen Flasche die beiden Gase, nachdem das Cl eine Flasche mit Wasser, das CH eine mit SO_3, HO und eine andere mit Kalilösung durchstrichen hat, zusammentreten läßt; atmosphärische Luft und überflüssiges Gas entweichen durch eine Röhre in demselben Stöpsel.

226 Man fülle die Glockenflasche *q* (Fig. 25) mit CH und lege in die Röhre *d*, in die man eine kurze aufwärts gebogene Röhre *c* eingesetzt hat, einige Stücke S. Drückt man langsam *q* ins Wasser hinein, so strömt das Gas durch die eingesetzte kurze Röhre aus; wenn alle atmosphärische Luft aus den Röhren verdrängt ist, schmilzt man den S durch eine Lampe. Bald erkennt man durch den Geruch, daß Schwefelwasserstoff entstanden ist, der aus *d* ausströmt, und man sieht den S durch abgesetzten C sich schwärzen. Der H des CH ist also zum S gegangen und hat HS gebildet, während C sich auf den S absetzt.

Fig. 25.



Setzt man statt *d* eine Röhre von schwer schmelzbarem Glase ein, oder von Porzellan, und erhitzt mit der Lampe mit Doppelzug zum Rothglühen, so setzt sich Kohle ab und man erhält Grubengas:

$$\underset{\text{Oelbildendes Gas}}{CH = C_2H_2} \begin{cases} CH_2 & \text{Grubengas} \\ C & \text{setzt sich ab;} \end{cases}$$

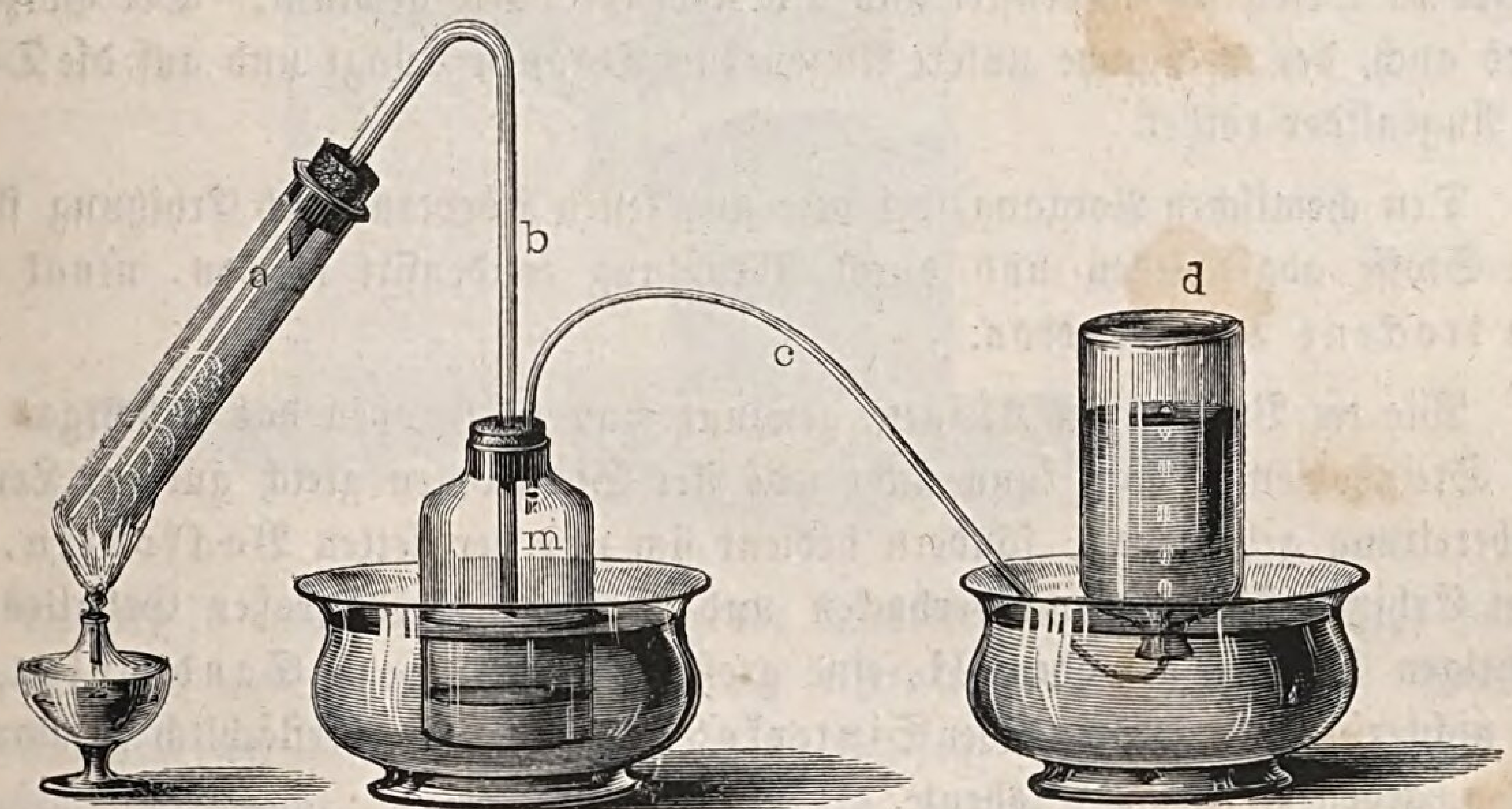
wird die Röhre zum Weißglühen erhitzt, so setzt sich alle Kohle ab und man erhält H.

227 Man fülle über Kochsalzlösung in einen weiten und hohen Glascylinder 1 Volum CH und 2 Volumina Cl, drehe, mit der Hand schließend, den Cylinder um und führe, die Hand wegziehend, einen Kupferdraht, dessen Ende lose mit unechtem Blattgold umwickelt ist, oder einen brennenden Spahn hinein. Es entsteht dann eine schöne Verbrennung; der ganze Cylinder füllt sich mit einem dicken Rauche, der sich als Ruß absetzt. Das Cl verbindet sich mit dem H zu HCl, Salzsäure, während der C sich ausscheidet.

Man lege zerkleinerte Steinkohlen in eine an einem Ende zugeschmolzene Glasröhre und ziehe die Spitze aus, so daß eine kleine Oeffnung bleibt; oder man schließe ein halb mit zerkleinerten Steinkohlen gefülltes Probirglas durch einen Kork mit Spitzrohr. Legt man dann einen Draht zum Halten um die Röhre und erhitzt, so blähen sich die Steinkohlen und aus der Spitze strömt ein weißer Rauch, der angezündet mit heller Flamme brennt. Aus der Flamme erkennt man, daß das Gas, das sich entwickelt, größtentheils ölbildendes (und Grubengas) ist; es ist aber mit CO_2 und noch anderen Producten der Verbrennung gemengt, daher die Flamme nicht so hell brennt, wie die des aus Alkohol und Schwefelsäure gewonnenen Gases. Man nennt das aus Steinkohlen sich entwickelnde Gasgemenge »Leuchtgas«. 228

Um die Verbrennungsproducte näher kennen zu lernen, fülle man eine etwas weite, unten geschlossene Glasröhre *a* (Fig. 26) oder ein Kölbchen mit 229

Fig. 26.



zerkleinerten Steinkohlen; eine etwas weite Röhre *b* führt in ein Fläschchen *m*, das zur Abkühlung in Wasser steht; eine zweite Röhre *c* führt das Gas in eine Auffangeflasche *d*. Wird nun *a* erhitzt, so füllen sich *a* und *m* bald mit dichtem Rauche, der endlich durch *c* entweicht. Nach und nach sammelt sich in *m* eine Flüssigkeit, und die Flasche *d* (die man erst aufsetzt, wenn man annehmen darf, daß die atmosphärische Luft aus dem Apparate vertrieben) füllt sich mit weißem Dampf, der nach und nach farblos wird und als Gas erscheint. Nimmt man nun die CO_2 durch Kalk fort und verbrennt das Gas in der Glockenflasche, so erhält man die Flamme des CH; indessen enthält das Gas, Steinkohlengas, auch CH_2, sowie H und Kohlenoxydgas (ein Gas, das mit blauer Flamme brennt und bei jeder unvollständigen Verbrennung entsteht; wenn auf die im Ofen glühenden Steinkohlen angefeuchtetes Steinkohlenklein gelegt wird, sieht man blaue, hüpfende Flämmchen auf der Steinkohlendecke, das ist Kohlenoxydgas). In der Flasche *m* haben sich zwei Flüssigkeiten gesammelt, eine theerartige braune, welche die untere Schicht bildet, und eine gelbliche, welche

einen Geruch nach Ammoniak verbreitet. Beide Flüssigkeiten haben einen eigenthümlichen, brenzlichen, empyreumatischen Geruch. In der Röhre *a* bleiben Coaks zurück. Leichter und besser gelingt der Versuch, wenn man statt der Röhre *a* einen Pistolen- oder Flintenlauf nimmt, diesen mit Steinkohlenstückchen zum Theil füllt und zwischen Kohlen im Ofen zum schwachen Glühen erhitzt; die Anordnung des Apparates bleibt dieselbe.

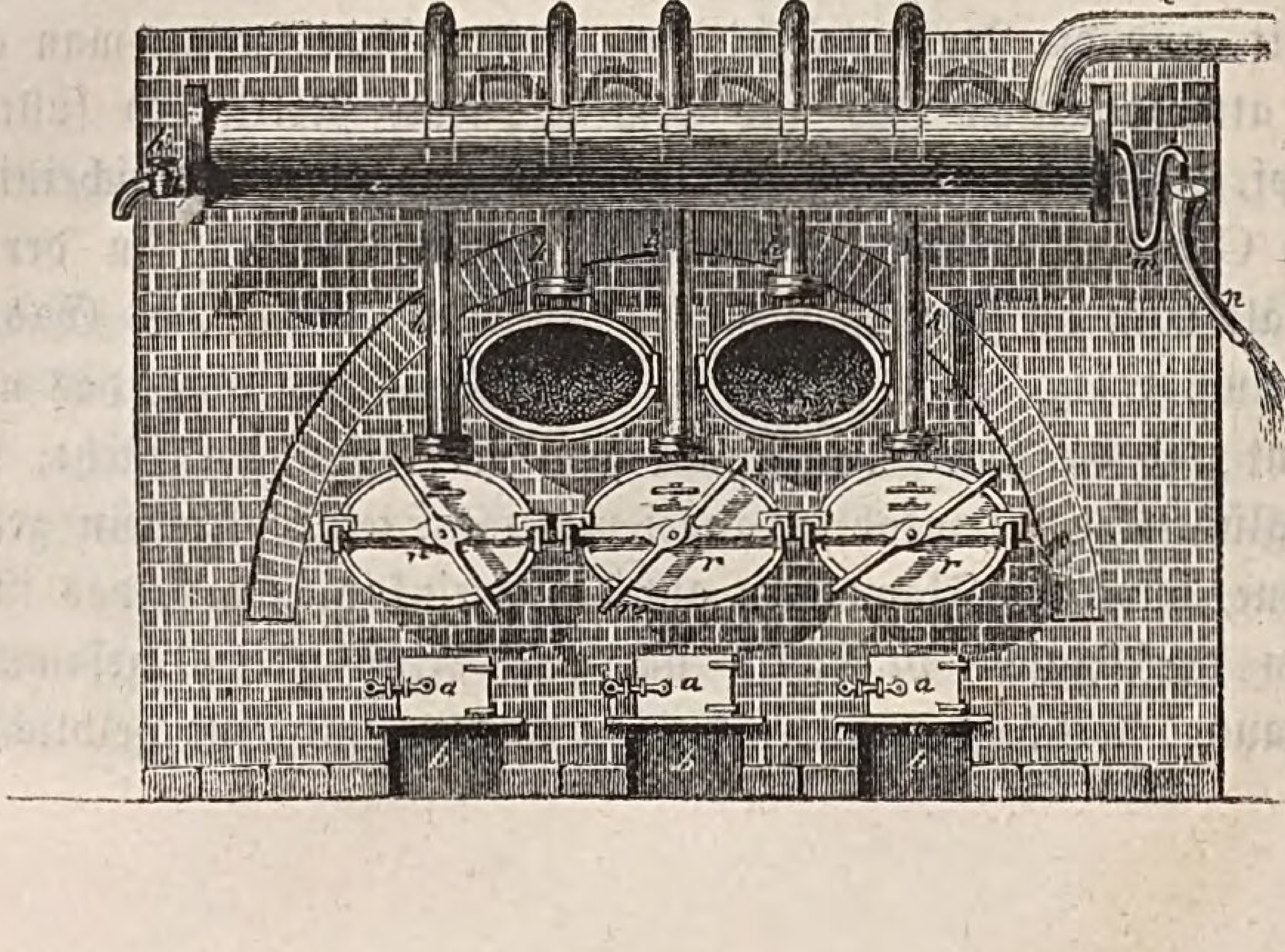
230 Legt man in die Röhre *a* Holz und erhitzt, so erhält man ebenfalls Leuchtgas; in *m* sammeln sich ebenso zwei Flüssigkeiten, eine braune, dicke, ölartige, Holztheer, und eine heller gefärbte, die auf Lackmuspapier wie eine Säure reagirt; es ist Holzessig; er ist es, der im Holzrauche sich findet und der vermöge seines Kohlenstoffgehaltes das Räuchern und dadurch das Conserviren des Fleisches bewirkt; man kann daher Fleisch auch dadurch räuchern, daß man es wiederholt mit Holzessig bestreicht. Außerdem werden Holztheer und Holzessig noch zu manchen anderen Zwecken benutzt, daher man bei der Verkohlung des Holzes in Oefen sie condensirt und als Nebenproducte gewinnt. Der Holzessig ist es auch, der im Rauche unsere Augen zum Thränen bringt und auf die Dauer die Augenlider röthet.

231 Den chemischen Vorgang, bei dem aus festen Körpern durch Erhitzung flüchtige Stoffe abgeschieden und durch Abkühlung condensirt werden, nennt man eine trockene Destillation.

232 Wie im Vorigen im Kleinen, gewinnt man im Großen das Leuchtgas aus den Steinkohlen. Man kann nicht jede Art Steinkohlen gleich gut zur Leuchtgasbereitung gebrauchen, sondern bedient sich nur der fetten Backkohlen, die beim Erhitzen stark aneinanderbacken und vermöge ihres großen Gehaltes an flüchtigen Stoffen, besonders H, eine große Flamme geben; Sandkohlen, die gar nicht zusammenbacken, oder Sinterkohlen, die nur oberflächlich zusammenbacken, geben zu wenig Ausbeute.

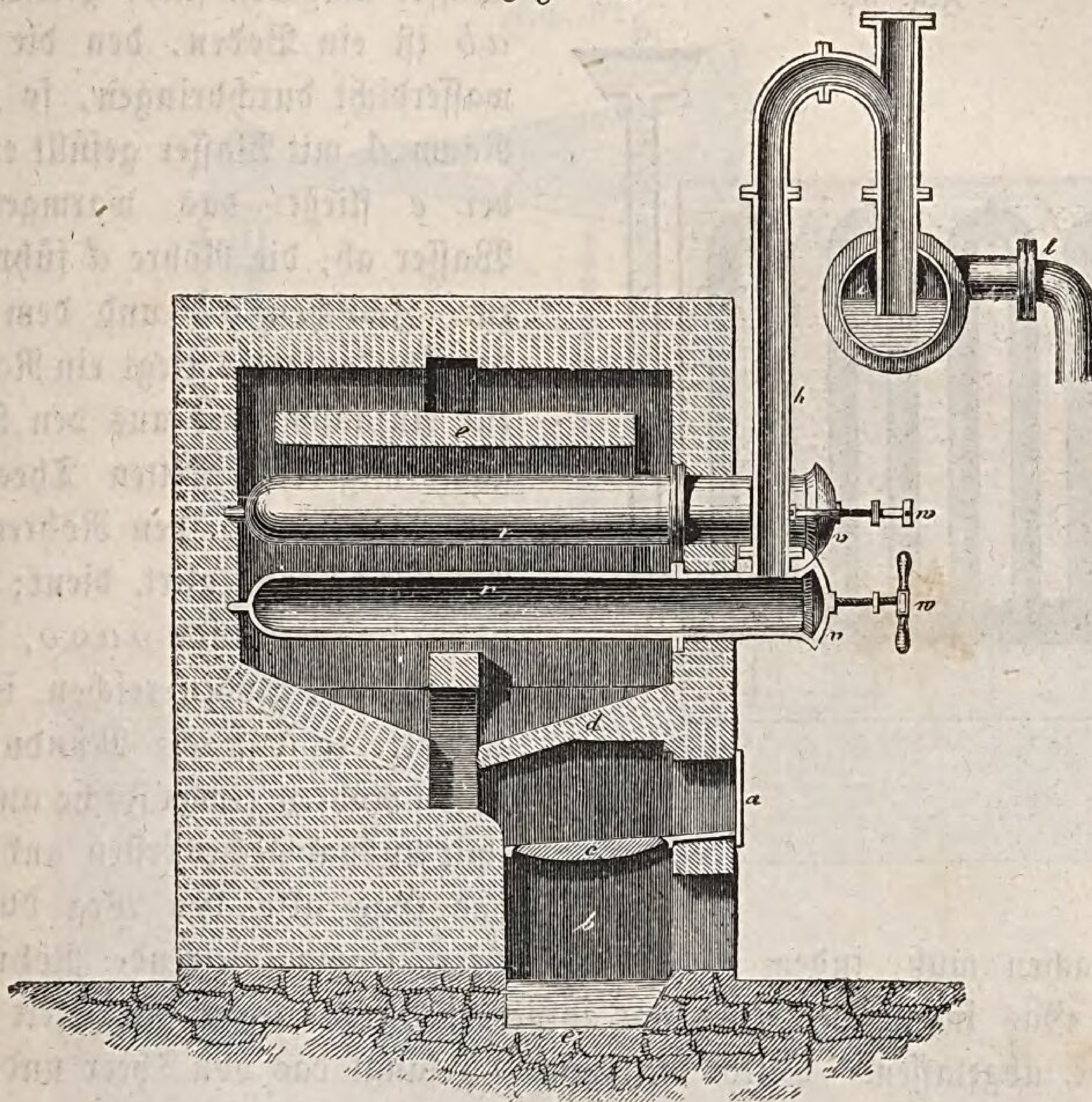
Die Destillation der Steinkohlen geschieht aus großen cylindrischen Retorten von zolldicken Wänden von Gußeisen *r r* (Fig. 27 und 28), die zu je fünf oder mehr in einem Ofen liegen und dort bis zur Rothglühhitze, bei der

Fig. 27.



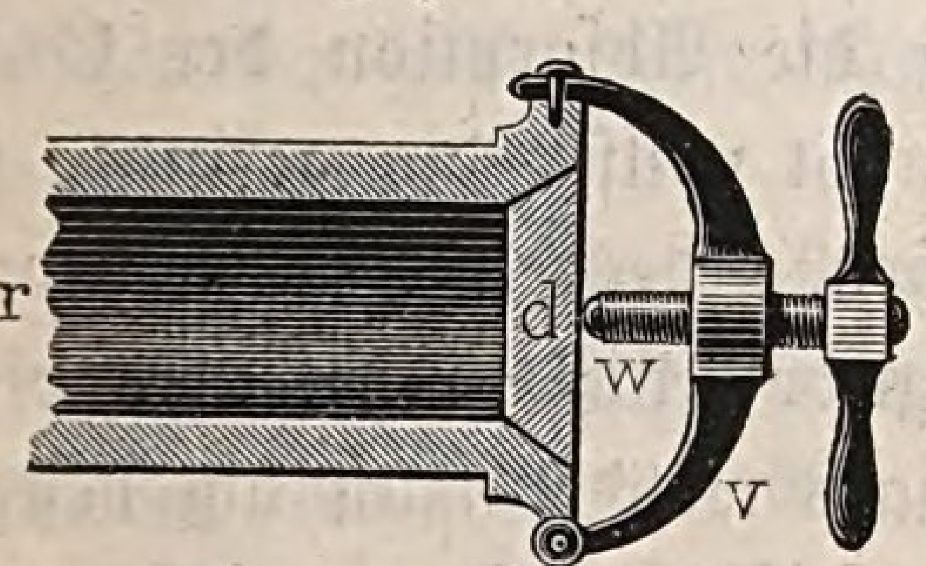
man das meiste Leuchtgas gewinnt, mit Steinkohlenfeuer erhitzt werden. Die in der Retorte sich festsetzende Kohle aus dem Theer verbindet sich mit dem Eisen

Fig. 28.



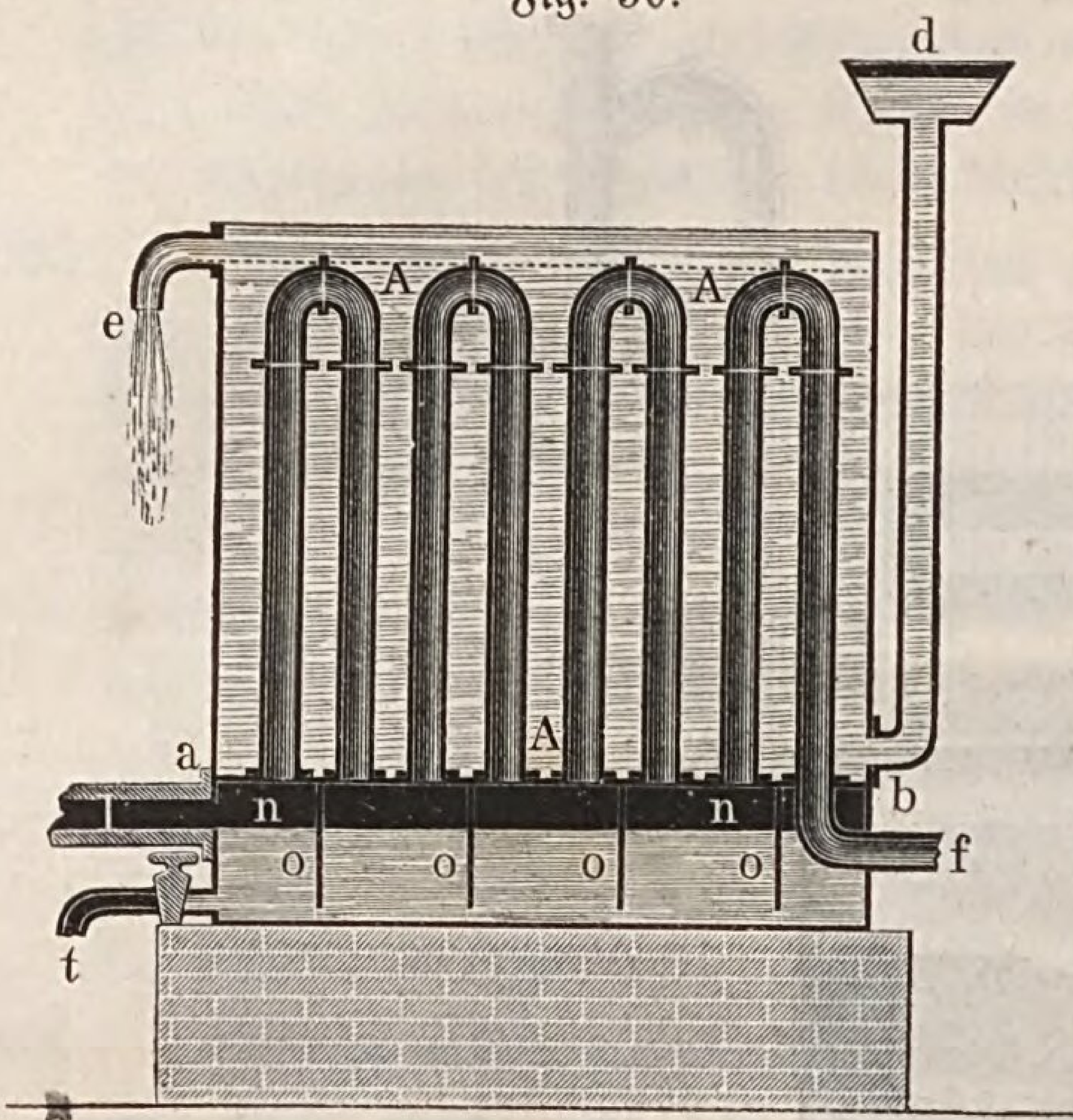
und bewirkt so eine rasche Zerstörung der Retorten, weshalb man jetzt häufig Retorten aus unverbrennlichem Thon mit eisernem Kopfe anwendet. Auch die eisernen Retorten versieht man mit einem angesetzten Kopfstücke, da dieses nur langsam sich abnutzt. Eine solche Retorte ist gewöhnlich bis 7 Fuß lang und wird mit etwa 160 Pfund Kohlen beschickt. Sie wird durch einen Deckel *d* (Fig. 29) geschlossen, der mit der Schraube *w* fest angeschraubt wird; ein angegossener Bügel *v* trägt die Schraubenmutter; die Fugen werden mit Thon verschmiert. Aus jeder Retorte erhebt sich ein aufgehendes Eisenrohr *h*, das sich wieder abwärts biegt und fast bis auf den Boden einer weiten Röhre *i* reicht, die alle sich aus den Retorten erhebenden Röhren aufnimmt, wie eine gemeinschaftliche Vorlage. Diese Vorlage ist beständig zu drei Viertheilen der Höhe mit Theer gefüllt, der sich hier zuerst absetzt und die Mündungen der Röhren absperrt, wodurch ermöglicht wird, ohne Störung eine Retorte auf's Neue mit Kohlen zu beschicken; der überflüssige Theer fließt durch die Röhre *m* und *n* in die Theercysterne; durch *l* wird das Gas weitergeleitet zu den Kühl- und Reinigungsapparaten. *a* die Heizthüren; *c* der Rost; *b* der Aschenfall; *d* sind drei Gewölbe über jedem Flammenraum.

Fig. 29.



Der Kühlapparat (Fig. 30), Condensator, ist ein großer Kasten von Eisenblechplatten, durch den das Gas, das bei *l* eintritt, in Röhren, die mit kaltem Wasser umgeben sind, geleitet wird. *ab* ist ein Boden, den die Röhren wasserdicht durchdringen, so daß der Raum *A* mit Wasser gefüllt erscheint; bei *e* fließt das warmgewordene Wasser ab, die Röhre *d* führt kaltes zu. Zwischen *ab* und dem Boden des Condensators liegt ein Raum, der zur Aufnahme des aus den Retorten gasförmig entwickelten Theers und des Wassers, in den Röhren durch Abkühlung condensirt, dient; derselbe ist durch Querwände *o o o o*, die nicht bis auf den Boden reichen, in Fächer getheilt, so daß die Mündungen je zweier Röhren einem Fache angehören (mit Ausnahme des ersten und letzten), das Gas also den Weg durch alle Röhren machen muß, indem in allen Fächern (communicirende Röhren) der Theer das Gas in gleicher Höhe *nn* absperrt; durch *t* wird von Zeit zu Zeit der Theer 2c. abgelassen. Durch die Röhre *f* gelangt das von Theer und ammoniakalischem Wasser größtentheils befreite Gas in den Reinigungsapparat, wo es von CO_2, HS und Ammoniakdämpfen vollends gereinigt werden soll. Derselbe besteht aus einem cylindrischen Kasten mit Kalkmilch gefüllt; das Gas tritt durch einen großen Trichter, der tief eintaucht und dessen erweiterter Rand siebartig durchlöchert ist, ein, von wo es in Blasen durch die Kalkmilch strömt; um es aber zu zwingen, einen weiteren Weg zu machen, und um zu gleicher Zeit die Kalktheilchen immer schwebend zu erhalten, setzen große Flügel an einer Quirlvorrichtung die Flüssigkeit in beständige Bewegung, die auch die Gasblasen mitreißt. Da aber durch diese Vorrichtung die Absorption der CO_2 und des HS (aus dem Schwefeleisen der Kohlen) nicht vollständig gelingt, so läßt man besser das Gas durch mehrere Siebe streichen, bedeckt mit durch Moos gelockertem Kalkhydrat, oft mit Glaubersalz versetzt; gewöhnlich wendet man vier Reinigungskästen an. Zur Absorption des Ammoniaks wendet man am besten verdünnte Schwefelsäure an; es entsteht dann schwefelsaures Ammoniak, das ein gutes Düngmittel abgiebt.

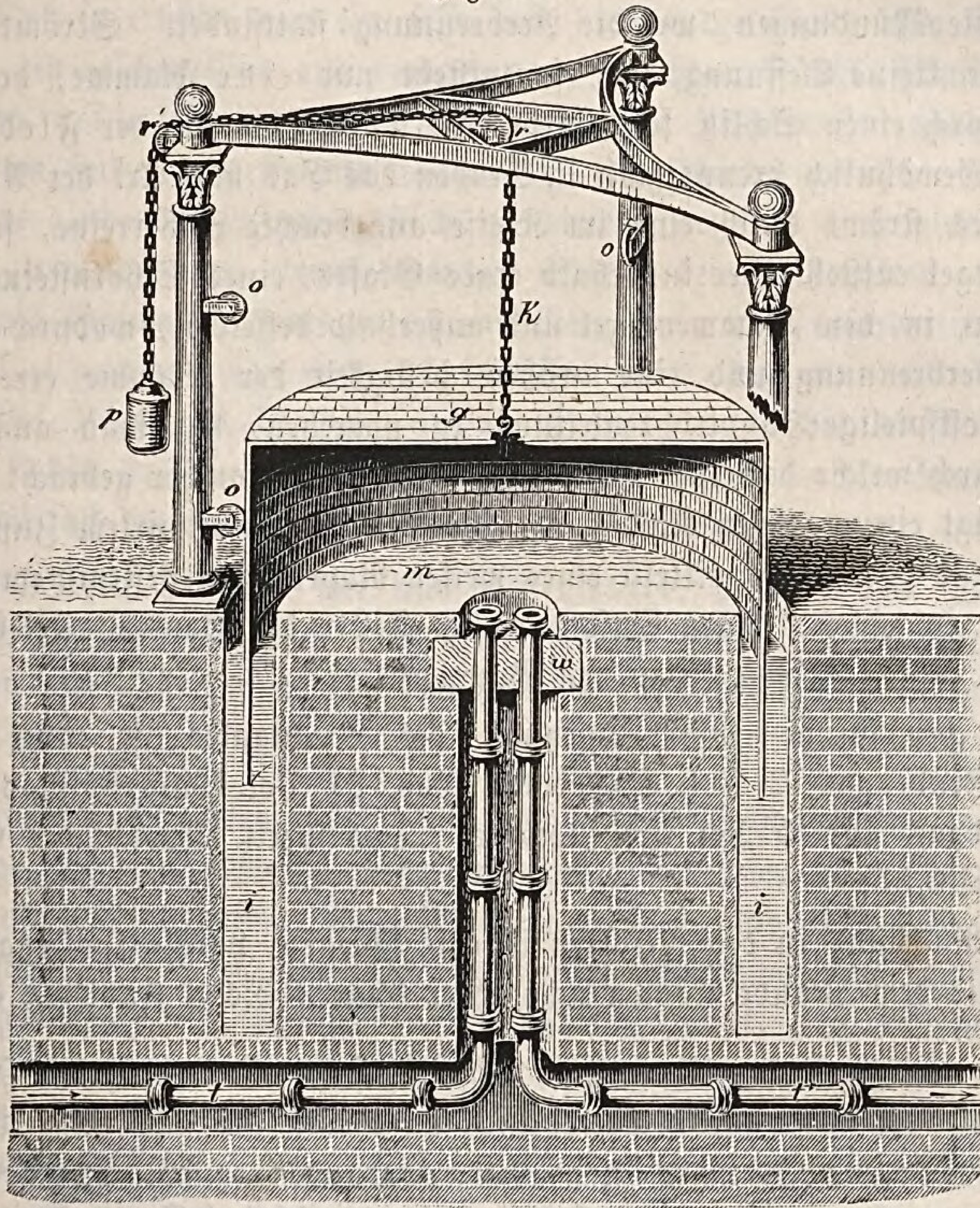
Fig. 30.



Das jetzt gereinigte Gas geht in einen großen Behälter, Gasometer (Fig. 31), in dem es zum Gebrauche aufbewahrt und durch Druck in die Verbrennungsröhren getrieben wird. Ein solches Gasometer besteht aus einem großen gemauerten cylindrischen Behälter, der im Innern einen massiven Kern *m* aus Steinen hat, wodurch ein ringförmiger Raum *ii* entsteht, der mit Wasser gefüllt ist. In diesen Raum taucht ein oben geschlossener, unten offener cylin-

drischer Kasten von Eisen- oder Zinkblech, die **Trommel** *g*, wie ein Trinkglas, das man umgekehrt in Wasser taucht. In diese Trommel gelangt das Gas

Fig. 31.



durch die Röhre *t*, die in einem Canal durch den Steinkern liegt (der bei *w* geschlossen ist), und wird durch die Schwere derselben durch *t'* weitergeleitet; *t'* liegt neben *t* im Kern *m*. Die Trommel hängt an der Kette *k*, die über Rollen *r r* geht; diese trägt nebst dem Gegengewichte *p* ein gußeiserner dreieckiger Galgen.

Bei kleineren Gasometern fällt der Steinkern fort und taucht die Trommel einfach in das Wasser eines großen cylindrischen Behälters, und wird durch drei Ketten, die sich zu einer vereinigen, gehalten; die Rollen trägt ein Balken. Auch hat man, statt der gemauerten, aus Eisenplatten zusammengenietete Wasserbehälter, die auf der Erde stehen. Je tiefer die Trommel eintaucht, desto mehr verliert sie an Gewicht; das Gas würde also nicht mehr so rasch ausströmen, die Flamme kleiner werden; man begegnet diesem Uebelstande dadurch, daß man der Kette ein solches Gewicht giebt, daß das Stück, welches die tiefergehende Trommel abwickelt, also ihrem Gewichte zulegt, dem durch die Eisenwand verdrängten Wasser gleichkommt. Aus dem Gasometer wird das Gas durch weite gußeiserne Röhren, die unter dem Pflaster der Straßen liegen, gehörig gegen

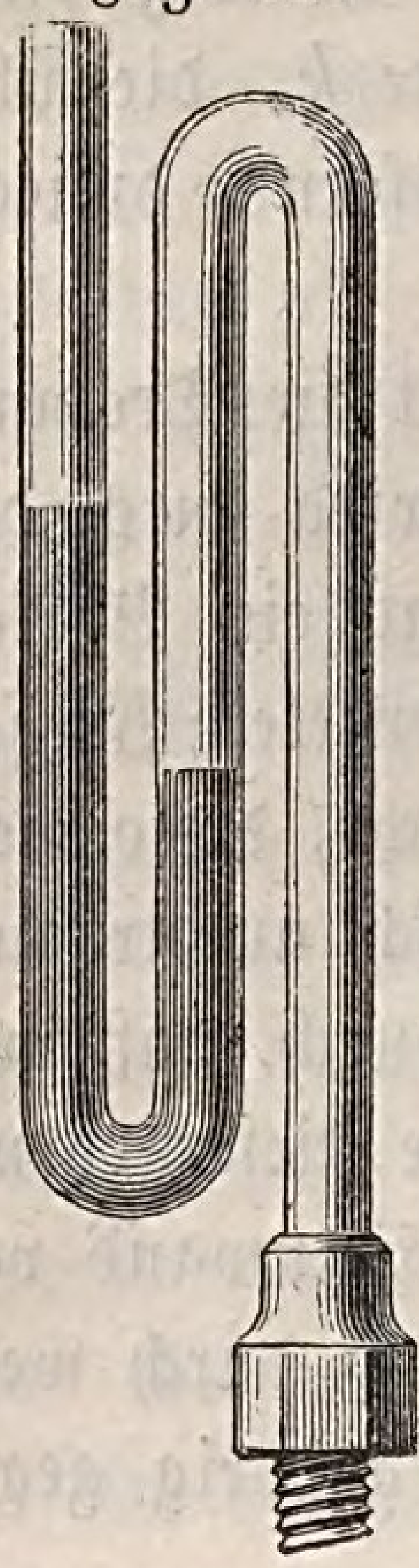
Erschütterungen durch Wagen &c. geschützt, weiter geleitet. Bleiröhren nehmen es aus den Hauptröhren auf, aus welchen es durch gezogene, die Wand durchdringende Messingröhren, mit Hähnen zum Absperren versehen, in die **Brenner** gelangt, die Mündungen, wo die Verbrennung stattfindet. Strömt das Gas durch *eine* kleine Oeffnung aus, so entsteht nur *eine* Flamme, der einfache Strahl; durch einen Schlitz, so entsteht eine flache Flamme, der **Fledermausflügel**. Gewöhnlich brennt man in Stuben das Gas nach Art der **Argand's**-Lampen; es strömt durch eine im Kreise angebrachte Löcherreihe, so daß ein Flammenkegel entsteht, der innerhalb eines Glases, eines Schornsteins, brennt; Luft strömt in den Flammenkegel und außerhalb desselben, wodurch eine vollständige Verbrennung und eine größere Helligkeit der Flamme erreicht wird. Um die kostspielige Hauptröhrenleitung zu umgehen, hat man auch Einrichtungen, durch welche das Gas in die Häuser der Verbraucher gebracht wird: ein Karren trägt einen großen Kasten, der das Gas in comprimirtem Zustande enthält und aus dem es vermittelst eines weiten Rohres aus gefirnißtem, gasdichtem Zeuge in einen kleinen Gasometer im Keller des Hauses getrieben wird; Bleiröhren führen es von da zu den Brennern.

Die gewöhnliche Zusammensetzung des Leuchtgases ist etwa folgende: 56 Vol. Grubengas, 7 Vol. ölbildendes Gas, 21 Vol. Wasserstoffgas, 11 Vol. Kohlenoxydgas und 5 Vol. Stickstoffgas. Das specif. Gewicht des Gemenges ist etwa = 0,55.

Der Rückstand in den Retorten ist eine schwarze, poröse Coaksmasse. Man gewinnt aus dem Pfunde Kohlen nach ihrer Güte 4 bis 8 Kubikfuß Gas.

233 Man wiederhole den Versuch in Nr. 228 statt mit Kohlen mit Harz; man erhält dann auch Leuchtgas. Gewöhnlich wird das Harzgas mehr in kleinen Oefen gemacht, zum Gebrauch in größeren Gebäuden, z. B. Spinnereien, die nicht an einer allgemeinen Gasanstalt in einer größeren Stadt Theil nehmen können. In dem Ofen liegen gewöhnlich zwei Retorten, etwas kleiner als bei der Kohlengasgewinnung, sonst aber ebenso eingerichtet. In einem Gefäße, das über dem Ofen steht, wird das Harz durch die Hitze des Ofens geschmolzen; oft wird demselben, um es besser flüssig zu machen, Harzöl, Theer beigemengt. Ein Trichter von Kupfer (Fig. 32), dessen Röhre so gebogen ist, wie beistehende Figur angiebt — **Welter'scher** Sicherheitstrichter — nimmt das geschmolzene Harz auf und führt es in die Retorte, die durch Kohlenhitze zum Rothglühen gebracht ist; in dem Sicherheitstrichter bleibt immer eine Schicht Flüssigkeit stehen, die dem entwickelten Gase den Ausweg versperrt. Das gebildete Gas nebst Theer gelangt durch eine Röhre in die Theercysterne, von wo es in ein mit Wasser umgebenes Rohr tritt, in dem die Theerdämpfe vollends condensirt werden.

Fig. 32.



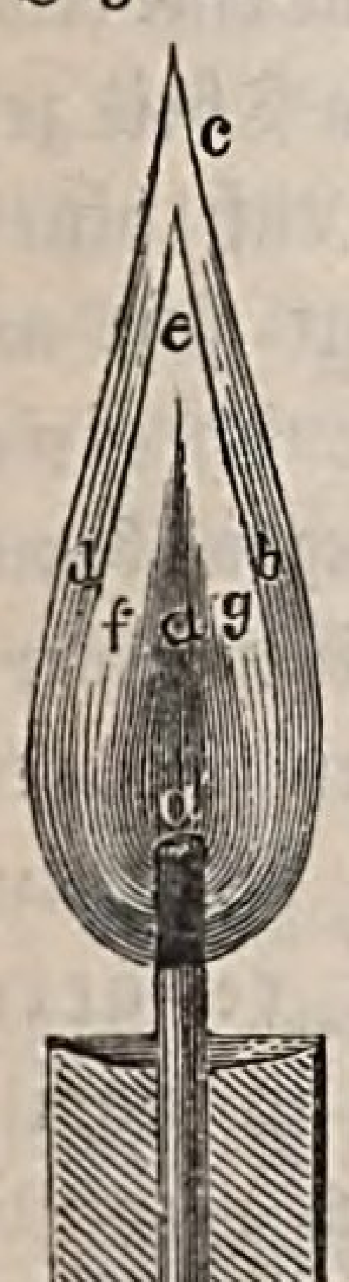
Da das Harzgas reiner als Kohlengas, so hat man nicht nöthig, es durch Kalklager zu leiten; zur Vorsicht geschieht es

dennoch wohl; es wird in einem Gasometer aufbewahrt und zu den Brennern geleitet. Es ist ungefähr von der Güte des Kohlengases; man erhält aus 1 Pfund Harz 9 bis 12 Kubikfuß Gas. Nimmt man zu dem Versuche in Nr. 228 Oel, so erhält man ein sehr hell brennendes Gas. Im Großen bereitet man ein solches Gas aus verdorbenem, schlechtem Rüböl, Hanföl, Thran, Fettabfällen. Die Einrichtung ist fast dieselbe wie bei der Harzgasgewinnung. Die Retorten sind theilweise mit Coaks- und Ziegelstücken gefüllt, um dem Oele eine größere glühende Zersetzungsfläche zu bieten; um den noch nicht zersetzten Oeldampf zu condensiren, leitet man das Gas in den Oelbehälter, von wo es direct in das Gasometer gelangt, da eine Reinigung nicht erforderlich ist. Aus 1 Pfund Oel gewinnt man etwa 11 Kubikfuß Gas, das auf 100 Raumtheile etwa 38 Vol. Leuchtgas, 50 bis 46 Vol. Grubengas, 16 bis 10 Vol. Kohlenoxydgas, 8 bis 3 Vol. H und 4 bis 3 Vol. N enthält. Die Leuchtkraft des Oelgases ist fast dreimal so groß als die des Kohlengases.

Aus anderen Stoffen, wie aus Seifenwasser, welches vom Walken des Tuches zurückbleibt, hat man auch Gas bereitet, sowie die bei der trockenen Destillation von Thierstoffen und Knochen sich entwickelnden Gase zur Beleuchtung benutzt.

Die beiden Gasarten CH, CH_2 sowie Kohlenoxydgas kommen in jeder 234
Oel-, Talg-, Stearin-, Wachslichtflamme zum Verbrennen oder bilden vielmehr im Verbrennen die Flamme; sie verbrennen zu CO_2 und HO, wie man leicht dadurch untersuchen kann, daß man, wie beim Verbrennen der beiden Kohlenwasserstoffgasarten, ein Glas über die Flamme stürzt, das sich mit Wassertröpfchen überzieht, und durch Kalkwasser die Gegenwart von CO_2 nachweist; insofern ist also jede Lichtflamme ein Gasentwickelungsapparat im Kleinen. Der Docht dient dazu, mittelst der in ihm enthaltenen feinen Haarröhrchen den durch den glühenden Docht selbst geschmolzenen Talg, Stearin 2c. aufzuziehen, damit er an den Ort der Zersetzung, den glühenden Docht selbst, gelange; Oel, als schon flüssig, ziehen die Haarröhrchen des Dochtes bloß auf. Einfache Stoffe brennen mit einfacher Flamme, zusammengesetzte mit einer Flamme, die mehrere Theile unterscheiden läßt. In der Flamme eines Talg- (oder Oel-) lichtes lassen sich folgende Theile unterscheiden: Ihr unterer Rand (Fig. 33) ist hellblau gefärbt; über dem Dochte ist ein wenig leuchtender kegelförmiger Raum *a a'*; diesen umgiebt der kegelförmige leuchtende Theil der Flamme *e f g*. Die äußerste Hülle der Flamme *c b d* bildet ein dünner, wenig leuchtender Kegel, der aber die meiste Hitze entwickelt. Da, wo diese Hülle sich verengt, etwa bei *c*, ist die heißeste Stelle; nach *d* und *b* hin nimmt die Hitze ab. Hält man bei *c* einen Draht durch die Flamme, so glüht er am lebhaftesten am Rande der Flamme, besonders in der äußeren Hülle, während ein Draht bei *f* und *g* kaum glüht; noch tiefer gehalten glüht er da, wo er den dunkeln Theil durchschneidet, gar nicht, beschlägt sich aber wohl mit Ruß, wie man findet, wenn

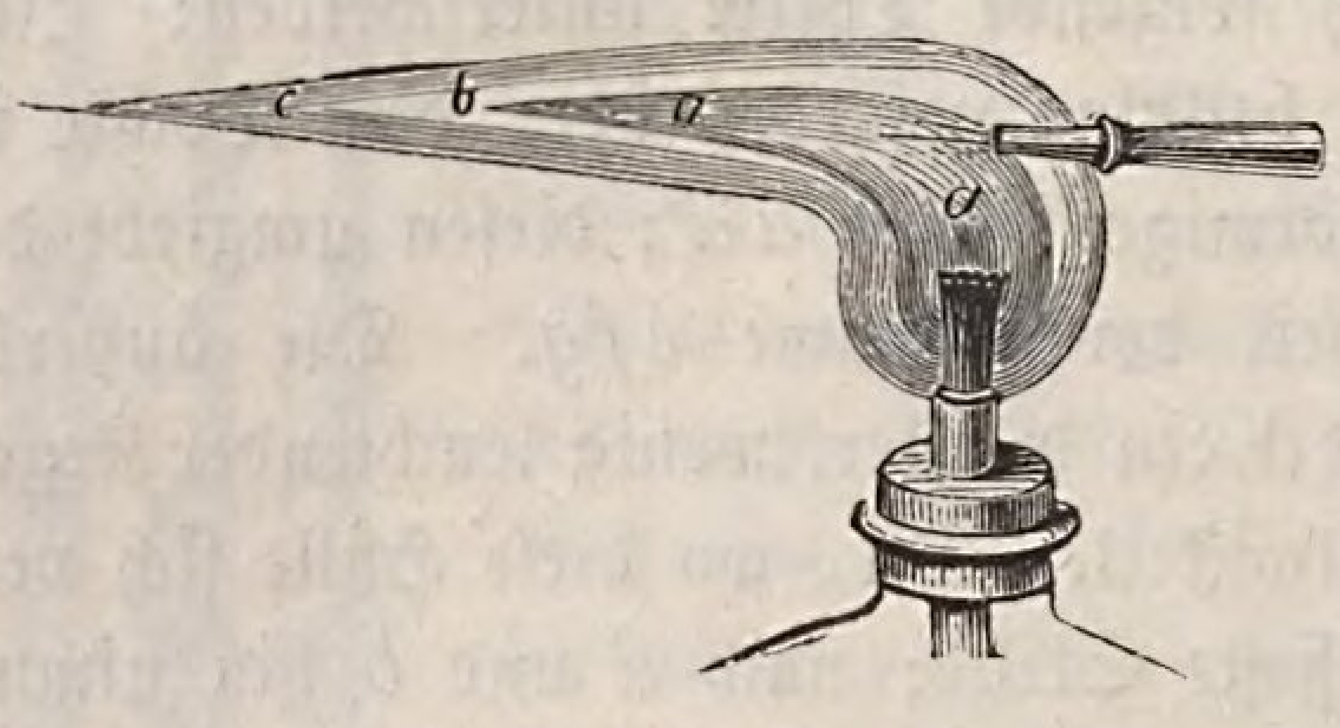
Fig. 33.



man rasch zurückzieht. Ein Drahtgeflecht zeigt den Versuch noch schöner. Am unteren Rande der Flamme kommt das entwickelte Kohlenoxydgas mit blauer Flamme zum Brennen; es wird schon bei der ersten Einwirkung der Hitze entwickelt, wie man deutlich sehen kann, wenn man ein Licht mit kurzem Dochte anzündet; die Flamme ist erst klein und schön blau, bis nach und nach die gelbe und die wenig leuchtende Hülle entsteht. Am äußeren Umfange *bd* treten die Gase mit dem O der atmosphärischen Luft in Berührung, es findet eine vollständige Verbrennung der Kohle Statt, daher hier die Flamme am heißesten und zwar zwischen *c* und *e*, weil dort der Durchmesser der Flamme am kleinsten ist, also der O am besten zudringen kann. Im Raume *fg* brennt der H des Kohlenwasserstoffs und die Kohle ist im glühenden Zustande, da her das Leuchte dieses Theiles der Flamme. Der Kern ist mit brennbaren Gasen angefüllt, die erst nach und nach zum vollständigen Verbrennen kommen, da die Luft, die bis dahin einzudringen vermag, ihren O größtentheils verloren hat. Die spitze, kegelförmige Gestalt der Flamme entsteht durch das Aufsteigen der erhitzten Luftarten und das Zuströmen der kalten Luft von unten. Das Leuchten der Flamme wird durch den glühenden Kohlenstoff bewirkt; Flammen, wie die des H oder Weingeistes, in denen kein Kohlenstoff glüht, leuchten daher wenig, erhalten aber diese Eigenschaft, sobald man einen leicht glühenden Körper hineinhält, wie beim H das Kalkkügelchen; ein Platindraht, in die Flamme des H oder Weingeistes gehalten, ertheilt derselben gleich Leuchtvermögen. Eine einfache Flamme, wie die des Weingeistes, zeigt nur zwei Theile, einen dunklen Kern, worin Weingeistdampf, und einen brennenden Mantel, wo der Weingeistdampf mit dem O der Luft sich verbindet; auch hier ist die größte Hitze da, wo die Einschnürung etwas über dem dunklen Kern beginnt.

235 Man blase eine Oel- oder Kerzenflamme durch ein Glasrohr, das zur Spitze ausgezogen ist und nur eine enge Oeffnung hat, an, so daß die Spitze des Rohres etwas in die Flamme reicht, eben über dem Dochte; es wird dann die Flamme zur Seite getrieben und nimmt eine horizontale Richtung an, wenn das Rohr horizontal gehalten wird, wie in nebenstehender Figur 34. Dann ist die Anordnung der Flamme eine etwas andere geworden: der blaue Theil zeigt sich hier in der Flamme, da Luft hineingeblasen wird. Bei *b* zeigt sich auch hier die größte Hitze, aber in einem Punkte, gleich vor der langen blauen Flamme *a a'*. Hält man einen Körper, z. B. ein kleines Stückchen oxydirtes Blei, auf Holzkohle in die Flamme, etwa bei *b*, so daß die Spitze des blauen Kerns es umspielt, so wird es bald geschmolzen und erscheint blank, reducirt, daher die innere blaue Flamme Reductionsflamme heißt; es ist nämlich hier noch C, der mit dem O des Körpers zu CO_2, die fortgeht, sich verbindet, also ihn reducirt. Hält man nun das blanke Kügelchen Blei an der Spitze

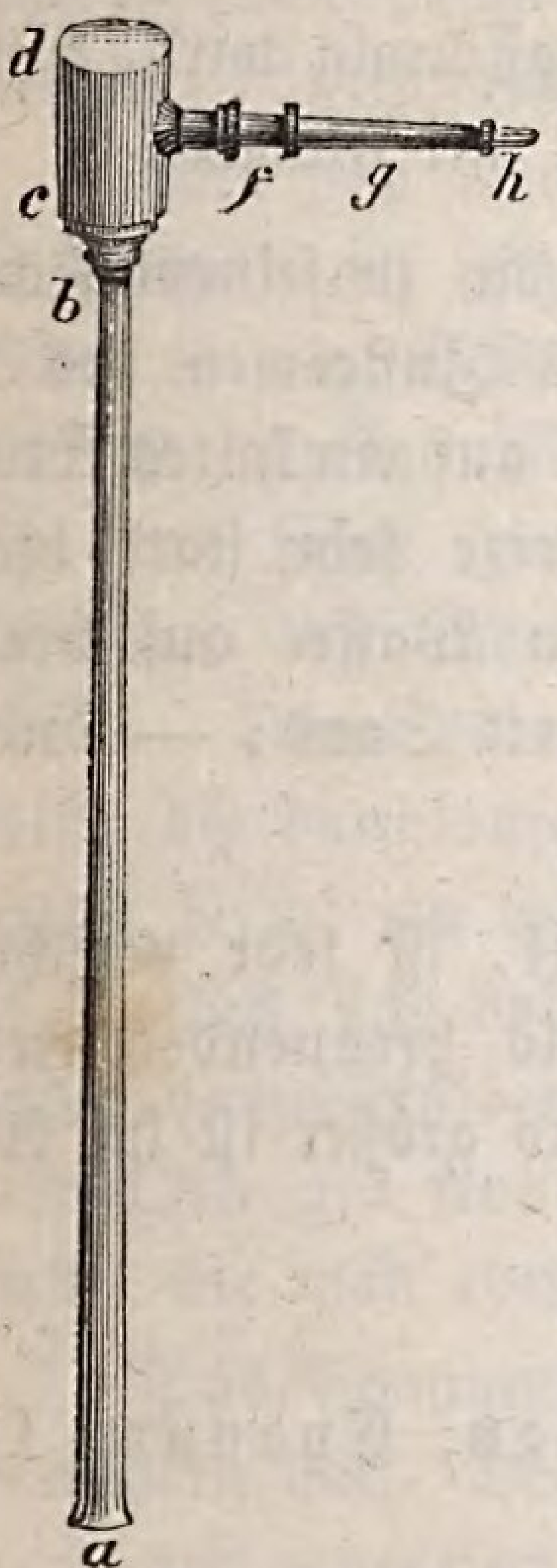
Fig. 34.



des äußern gelblichen Kegels, wo der O der Luft hinzutritt, so bedeckt es sich bald mit rothem Oxyd, das theilweise auf der Kohle sich absetzt; der Körper wird oxydirt, daher die gelbe Flamme die Oxydationsflamme heißt.

Um eine gute Flamme zum Oxydiren und Reduciren zu erhalten, bedient man sich eines Instrumentes, das man Löthrohr nennt und häufig in der Mineralogie und Chemie anwendet, Fig. 35. Es ist eine Röhre von Messing, *ab*, die bei *d* geschlossen und erweitert ist zur Aufnahme von Feuchtigkeit aus dem Munde, *cd*; dort ist im rechten Winkel ein fein durchbohrtes Röhrchen *fg* angebracht, durch welches die Flamme angeblasen wird. Um das Blasen für die Lunge nicht schädlich zu machen, holt man während des Blasens Athem durch die Nase.

Fig. 35.



Soll der brennende Körper fortbrennen, so müssen die Producte der Verbrennung fortgeschafft werden, also CO_2, HO, N aus der Luft, unverbrannte Kohlentheilchen, Rauch, und neuer O, also neue Luft, zur Unterhaltung der Verbrennung herbeigeschafft werden. Dies geschieht durch die Eigenschaft der Luft selbst, durch die beim Verbrennen entwickelte Wärme sich auszudehnen und dadurch specifisch leichter zu werden; die erwärmte Luft, als die leichter gewordene, zieht nach oben und führt die Verbrennungsproducte mit sich, während kalte, schwerere Luft unten zuströmt und neuen O bringt. Je rascher dieser Vorgang stattfindet (bis zu einer gewissen Grenze), desto rascher ist die Verbrennung, desto größer der Zug; deshalb vermehrt man den Zug bei Herdfeuern durch die Kamine und Schornsteine, die man bei manchen, wie bei den Dampfmaschinen, sehr hoch baut. Um den Zug bei den Lampen rascher zu machen, setzt man einen Schornstein von Glas auf, der also an der Außenseite der Flamme die Verbrennung um Vieles beschleunigt, wodurch die Helligkeit derselben gesteigert wird. In der Flamme bleibt aber immer noch die Verbrennung unvollständig; man giebt daher dem Dochte eine Ringgestalt und läßt auch Luft in den Kern der Flamme treten, wie bei den Argand'schen Lampen und der Weingeistlampe mit doppeltem Luftzug (s. Anhang Nr. 4), wodurch nun eine vollständige Verbrennung erzielt wird. Mangelt einer Flamme der Zug, so ist die Verbrennung unvollständig, es bleibt ein Theil des Kohlenstoffs unverbrannt und setzt sich als Ruß an kalte Körper an, wie wir schon früher sahen. — Soll eine große Hitze erzeugt werden, wie sie z. B. bei der Reduction des Eisens erforderlich ist, so muß Luft in die Flamme geblasen werden, was durch Blasebälge, Gebläse, geschieht. 236

Soll ein Körper brennen, so muß er die dazu erforderliche Wärme mitgetheilt erhalten, er muß entzündet werden. Gase brennen oft bei Luftwärme, wie Phosphorwasserstoffgas; andere bedürfen vieler Wärme, um sich zu entzünden. Flüssige Körper entzünden sich durch brennende Körper nur, 237

wenn sie flüchtig sind, wo es, wie beim Weingeist, ihr Dampf eigentlich ist, der sich zuerst entzündet und dann die Entzündung weiter pflanzt. Oel kann sich nicht so entzünden (außer wenn es durch die Hitze sich zersetzt), wohl aber, wenn es in einem Dochte vertheilt der Glühhitze ausgesetzt wird. — Feste Körper entzünden sich desto leichter, je mehr sie vertheilt sind; P z. B. an den Reibzündhölzchen entzündet sich leichter, als ein compactes Stück; fein zertheiltes Eisen schon, wenn es der Luft ausgesetzt wird (s. Nr. 38); Schießpulverkohle entzündet sich leicht, Coaks schwer. — Wird ein Körper durch die Hitze gasförmig, so brennt er mit Flamme, z. B. P, der erst dampfförmig wird, Holz, Steinkohlen, die Gasarten abgeben; — Eisen brennt nicht mit Flamme.

238 Entzieht man einem brennenden Körper die Wärme, die zu seinem Fortbrennen erforderlich ist, oder verhindert man gänzlich das Zuströmen des O der Luft, so **erlischt** er. Legt man eine brennende Kohle auf ein kaltes Stück Eisen, so erlischt sie; — wenn man auf den Docht der Kerze sehr stark bläst und ihn dadurch zu stark abkühlt; — durch Aufgießen von Wasser auf brennende Kohlen; — durch Zudecken der brennenden Stoffe mit Sand; — durch Verschließen des Schornsteins u. s. w.

239 Die Wärmemenge, die ein Körper brennend entwickelt, ist sehr verschieden; so liefert Wasserstoff 2- bis 3mal so viel Wärme, als brennendes Fett. Je schneller und vollständiger die Verbrennung erfolgt, desto größer ist im Allgemeinen die entwickelte Wärme.

---

240 **Mit** dem N bildet C eine Verbindung, die man **Cyan**, **Cyanum**, Cy genannt hat.

Man dampfe Blut mit Kalilauge versetzt bis zur Trockne ein, und glühe den Rückstand im Tiegel. Zieht man mit Wasser aus, filtrirt und dampft ab, so erhält man gelbe, tafelförmige Krystalle, sogenanntes **Blutlaugensalz**, wie die Färber diese Verbindung nennen, die es in großen Massen verbrauchen, in Gestalt von großen, in einander gewachsenen, hellgelben Krystallen; sie sind eine Verbindung zwischen Kalium, Eisen und Cyan, daher **Eisencyankalium**.

Das Eisen findet sich im Blute, das durch die Hitze zu einer stickstoffhaltigen Thierkohle wird; ein Theil dieser Kohle entzieht dem KO den O und bildet CO_2 und Kohlenoxydgas, der andere Theil tritt mit dem N des Blutes zu Cyan zusammen, das mit dem gebildeten K Eisencyankalium macht.

Man gieße auf Eisenfeile Salpetersäure; es bildet sich unter Entwickelung von rothen Dämpfen — salpetrige Säure, — eine rothgelbe Flüssigkeit, die man mit Wasser verdünnt; es ist darin ein Salz, salpetersaures Eisenoxyd, aufgelöst, das nicht krystallisirt. Löst man nun einige Stücke Eisencyankalium in Wasser auf und setzt von der Lösung des salpetersauren Eisenoxyds zu, so entsteht augenblicklich ein schön blauer Niederschlag; man setzt so lange salpetersaures Eisenoxyd zu, als noch ein Niederschlag erfolgt. Dieses Präcipitat ist **Berliner Blau**, eine Verbindung von Cyan und Eisen, **Cyaneisen**, welche dem Cyan auch den

Namen gegeben hat, von dem griechischen Worte kyaneos, blau. Aus dem K des Eisencyankaliums ist KO geworden, indem es sich mit dem O des Eisens verbindet; das KO verbindet sich mit der Salpetersäure, und es entsteht salpetersaures Kali oder Salpeter.

Man giebt dann das Berliner Blau auf ein Filter; die durchgehende Flüssigkeit ist eine verdünnte Auflösung von Salpeter, den man durch Abdampfen in Krystallen erhalten kann. Das Berliner Blau wird nun auf dem Filter tüchtig ausgewaschen, indem man immer frisches Wasser aufgießt und es mittelst der Spritzflasche in die Spitze des Filters treibt.

Aus dem Berliner Blau kann man das Cyan nicht gewinnen, überträgt es deshalb auf folgende Weise auf Quecksilber: Man lege von dem Berliner Blau in eine Schale mit Wasser, bringe zum Kochen und setze rothes Quecksilberoxyd zu; man sieht dann die blaue Farbe bald in eine braunrothe übergehen und fährt so lange mit dem Zusetzen von HgO fort, als noch blaue Theilchen vorhanden sind (2 Theile Berliner Blau, 1 Theil HgO, 8 Theile HO). Dann hört man mit Kochen auf, läßt etwas sinken und filtrirt noch heiß; die durchlaufende Flüssigkeit ist eine Auflösung von Cyanquecksilber, im Filter bleibt ein braungelber Satz. Hat man nicht zuviel Wasser genommen, so scheiden sich bald aus der Cyanquecksilberlösung farblose, spießige Krystalle von Cyanquecksilber aus, die man sammelt und auf Fließpapier an einem warmen Orte gut trocknen läßt; die Mutterlauge giebt abgedampft noch mehr Krystalle, die man ebenso trocknet.

Das Cyanquecksilber ist sehr giftig, daher man mit großer Vorsicht zu verfahren hat. Der braungelbe Satz im Filter, den man mehrmals aussüßt, d. h. mit erneuetem Wasser übergießt, das noch abgedampft etwas Krystalle liefert, ist Eisenoxyd mit Wasser verbunden, Eisenoxydhydrat, $Fe_2O_3 + HO$, das in Wasser unlöslich ist, wogegen das Cyanquecksilber sich löst.

Das Cyaneisen und das Quecksilberoxyd haben sich gegenseitig so zersetzt, daß Cyanquecksilber und Eisenoxyd entsteht.

Man lege etwas von dem gewonnenen Cyanquecksilber, HgCy, in ein 241
Probirrohr mit Stöpsel und Spitzrohr (s. Nr. 228), und erhitze über der Spirituslampe. Bald zeigt sich an dem obern Theil der Röhre ein Quecksilberspiegel, während aus der Spitze ein Gas strömt, Cyangas, von eigenthümlichem, durchdringendem Geruche; nähert man demselben einen brennenden Spahn, so entzündet es sich und brennt mit purpurrother Flamme. Bei diesem Verbrennen gebraucht 1 Maaß Cyangas, 2 Maaß O, und giebt 2 Maaß CO_2 und 1 Maaß Stickgas; es besteht also aus 2 C und 1 N; die Formel ist also C_2N; man bezeichnet es auch wohl mit Cy.

Leitet man das Gas in eine kleine Menge Wasser, so wird es rasch absor- 242
birt, 1 Maaß absorbirt $4^1/_2$ Cy, das dadurch den Geruch des Cy, sowie einen stechenden Geschmack annimmt; das Wasser setzt allmälig eine schwarzbraune Masse ab. Will man Cyangas auffangen, so geschieht es über warmem Wasser, wobei aber immer starker Verlust stattfindet, oder über Quecksilber, wozu freilich

viel Quecksilber gehört. Das specif. Gewicht = 1,8. Bei 4 Atmosphären Druck, oder bis — 18° abgekühlt, bildet es eine farblose Flüssigkeit.

243 In der Röhre bleibt nach dem Glühen eine schwarze Masse zurück, die ebenso zusammengesetzt ist, wie das Cyangas; man hat sie Paracyan genannt, und sie bildet den zweiten allotropischen Zustand des Cyans.

244 Das Cyan ist dadurch sehr merkwürdig, daß es sich, obgleich ein zusammengesetzter Körper, ganz in seinen Verbindungen wie die einfachen Körper Cl, J, Br, F verhält.

Mit dem O bildet es die Cyansäure, CyO.

Mit dem H bildet es die Cyanwasserstoffsäure, Blausäure, HCy, bekannt als eines der stärksten Gifte.

Legt man feingeriebenes Cyanquecksilber in eine Flasche mit Chlorgas und stellt diese an einen dunkeln Ort, so entsteht Chlorquecksilber und Chlorcyan, ein farbloses, giftiges Gas, das sehr stark riecht und heftig die Augen reizt; von Wasser wird es rasch absorbirt.

Es besteht aus 1 At. Cy und 1 At. Cl = CyCl.

Eine andere Chlorverbindung bildet Krystalle von scharfem, mäuseartigem Geruch.

Mit Br und J bildet Cy ebenfalls Verbindungen, die flüchtige, heftig riechende Krystalle darstellen.

Wie Cl verbindet sich Cy mit den meisten Metallen zu sogenannten Cyanmetallen, Cyanüren mit dem geringsten, Cyaniden mit dem größten Cyangehalte, wonach also Cyanquecksilber auch Quecksilbercyanid heißt.

Es wurde 1815 von Gay-Lussac entdeckt.

---

245 Mit dem S bildet Kohlenstoff den Schwefelkohlenstoff, Kohlenstoffsulfid, CS_2.

Es wird dadurch erhalten, daß man ein Porzellanrohr oder ein gußeisernes Rohr, mit Kohlenstücken gefüllt und mit Glasrohr versehen, das in einer kaltgehaltenen Flasche mündet, stark in einem Ofen erhitzt; in das eine Ende des Rohrs legt man dann Schwefel, der rasch schmilzt, in Dämpfen über die Kohlen streicht und hier mit den glühenden Kohlen sich zu CS_2 verbindet, der in gelben, öligen Tropfen in der Flasche sich ansammelt; nach dem Einlegen des S wird das Rohr mit einem Thonstöpsel geschlossen. Der gewonnene CS_2 muß noch durch eine zweite Destillation gereinigt werden.

In chemischen Fabriken füllt man eine Thonretorte mit Kohlen und leitet durch den Tubulus ein Porzellanrohr, mit Thon eingekittet, das fast bis auf den Boden der Retorte reicht und zum Einbringen des S dient; die Retorte wird in einem Ofen erhitzt, und ein Gasrohr leitet den CS_2 weiter. In kleiner Quantität läßt Schwefelkohlenstoff sich auch im etwas weiten Probirrohr machen; man lege 2 Theile feine trockene Holzkohle mit 7 Theilen feingepulvertem Schwefeleisen hinein, versehe mit Abzugsrohr, und erhitze mit der Spiri-

tuslampe. Auch aus einem Gemenge von 4 Thln. feiner Holzkohle, 3 Thln. Eisenstaub und 6 Thln. S.

CS_2 stellt eine farblose, sehr dünnflüssige Flüssigkeit dar, die das Licht stark bricht. Sie riecht eigenthümlich, sehr unangenehm, ähnlich dem Geruche von faulen Rettigen oder Rüben. Specif. Gewicht = 1,27. 246

Man lege einige Tropfen auf einen wenig erwärmten Scherben; nähert man einen Fidibus, so entzündet sich der Schwefelkohlenstoff schon in ziemlicher Entfernung; CS_2 ist sehr flüchtig, die Anzündung wird durch den Dampf vermittelt. Er siedet schon bei 48°, ist leicht entzündlich, und brennt mit blauer Flamme unter Bildung von SO_2 und CO_2. 247

CS_2 ist ein vorzügliches Auflösungsmittel für S und P, die daraus beim Verdunsten in Krystallen anschießen. Er löst auch J auf, von dem schon sehr geringe Mengen ihn rosenroth färben. Alkohol und Aether lösen ihn ebenfalls in allen Verhältnissen, indem sie seinen eigenthümlichen unangenehmen Geruch annehmen; Wasser löst ihn nicht. 248

Man halte in die Flamme des CS_2 einen Kupferdraht; derselbe glüht bald, da CS_2 beim Verbrennen eine hohe Temperatur entwickelt; zugleich umgiebt sich der Draht mit feinen schwarzen Flittern, die Schwefelkupfer sind, mit staubförmiger Kohle untermengt. Leitet man Schwefelkohlenstoffdampf über glühende Metalle (etwa wie beim H angeführt), so bilden sich Schwefelmetalle, auf welche die Kohle sich niederschlägt. Nimmt man Metalloxyde, die man glüht, so werden sie reducirt, und es bilden sich Schwefelmetalle. 249

Schwefelkohlenstoff wurde von Lampadius entdeckt. 250

Mit dem P bildet C keine bestimmte Verbindung. 251

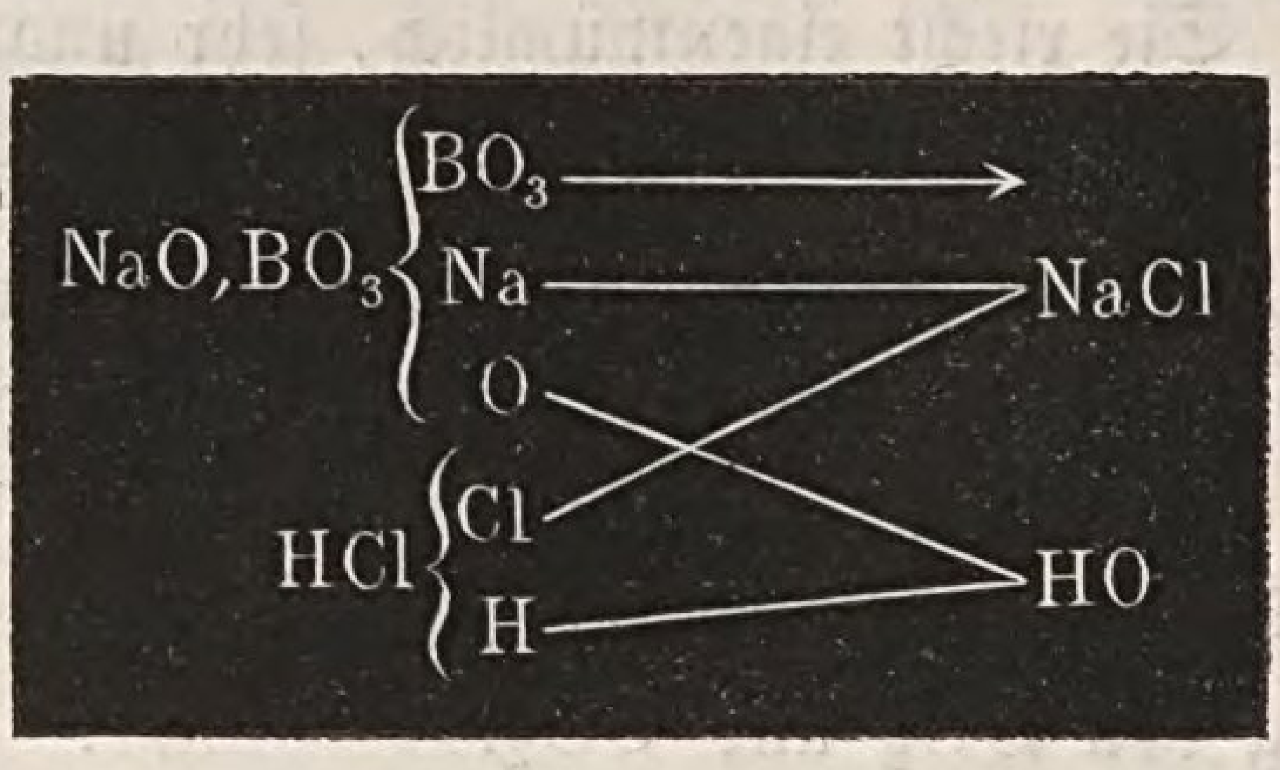
Mit dem Cl bildet C mehrere Verbindungen, von denen besonders drei bekannt sind; die eine entsteht als weiße krystallinische Masse, wenn man Chlorelayl in eine Flasche voll Cl bringt, und dem Sonnenlichte aussetzt. Die beiden anderen stellen flüchtige Flüssigkeiten dar. 252

Mit dem Br und J bildet C entsprechende Verbindungen, die aber noch wenig bekannt sind; mit dem F ist keine Verbindung bekannt. 253

XII. Bor, Borum, B.

Man löse in $2\frac{1}{2}$ bis 3 Theilen kochenden Wassers 1 Theil Borax, borsaures Natron, (ein Salz, dessen die Kupferschmiede sich zum Löthen bedienen), und setze zu der Lösung so lange Salzsäure, bis die Auflösung ein hineingetauchtes Stück Lackmuspapier stark röthet. Läßt man erkalten, so scheiden sich dünne Blättchen aus, die man auf einem Trichter sammelt, abtropfen läßt, mit etwas Wasser abspült, und dann, um sie zu reinigen, wieder in kochendem Wasser löst und krystallisiren läßt. Die erhaltenen Krystalle sind Borsäure, BO_3. 254

Das borsaure Natron ist durch die HCl so zersetzt worden, daß die schwerlösliche BO_3 sich ausschied, und das gebildete Chlornatrium, Kochsalz, sich in Wasser löste; der O des NaO bildet HO mit dem H des ClH.



Die BO_3 wird dann auf einem Platinblech geschmolzen, wobei erst ihr Krystallwasser entweicht, dann sie selbst zu einer farblosen Flüssigkeit schmilzt, die zu einer glasigen Masse erstarrt. Diese wird rasch gepulvert und nun mit einigen Stückchen K oder Na in einer Probirröhre erhitzt. Im Augenblick der Zersetzung erfolgt eine kleine Explosion, wobei das K der BO_3 den O entzieht und zu KO wird, welches sich mit noch unzersetzter BO_3 zu KO,BO_3 verbindet.

In die erkaltete Röhre gieße man etwas Wasser, welches das KO und das KO,BO_3 löst. Das B, das als feines Pulver in der Flüssigkeit schwimmt, wird auf ein kleines Filter gegeben und mit destillirtem Wasser gewaschen.

Es stellt dann ein grünlich braunes Pulver dar, das so zuerst von Davy, Gay-Lussac, Thénard gebildet wurde. Es ist geruch- und geschmacklos, stark abfärbend.

255 Man erhitze etwas B; es verglimmt unter röthlichem Feuer, indem es Funken wirft, zu BO_3. In O zeigt sich dabei eine schwache, grünliche Flamme. Mit KO,CO_2 gemengt erhitzt, zersetzt es die CO_2, welche die geschmolzene Masse schwärzt.

Verbindungen des B.

256 Mit dem O bildet es nur eine Verbindung, die Borsäure, BO_3.

257 Mit dem H geht es keine Verbindung ein.

258 Mit dem N bildet es eine weiße Substanz, BN.

259 Mit dem S entsteht Schwefelbor, wenn man B in Schwefelgas erhitzt; er verbrennt dann mit rothem Feuer zu einer weißen Masse.

260 Mit dem P ist keine Verbindung bekannt.

261 Mit dem Cl bildet B eine Verbindung, die entsteht, wenn man über schwach erhitztes B trocknes Cl leitet, und ein stechend riechendes, an der Luft stark rauchendes Gas bildet, Chlorbor, BCl_3.

262 Mit Br und J sind keine Verbindungen bekannt.

Mit F bildet B den Fluorbor, durch starkes Erhitzen von Flußspath mit BO_3, ein an der Luft stark rauchendes Gas, das in Berührung mit Wasser unter Ausscheidung von BO_3 eine Säure bildet, die Fluorborwasserstoffsäure. 263

Mit dem C geht B keine Verbindung ein. 264

XIII. Kiesel, Silicium, Si.

Das Silicium — von silex, Kiesel — bildet mit O die Kieselerde oder Kieselsäure, die als Quarz, Amethyst und noch in vielen anderen Verbindungen in reichlicher Menge auf der Erde vorkommt. Si ist ein dunkelbraunes, stark abfärbendes Pulver, das, in der Luft erhitzt, zu Kieselsäure, SiO_3, verbrennt. Es schmilzt nicht bei abgehaltener Luft, nur in dem Strome einer sehr starken galvanischen Batterie zu einer Kugel, sintert aber zusammen, und verbrennt nun nicht mehr an der Luft. Man sieht diese beiden Zustände als allotropische an, und nennt den leicht verbrennlichen Kiesel den a-Si, den andern b-Si. 265

Erhitzt man ein Gemenge aus gleichen Theilen reinen Quarzsandes und gepulverten Flußspathes (Fluorcalcium) mit Schwefelsäure, so wird ein sauer riechendes, an der Luft stark rauchendes Gas abgeschieden, Fluorkieselgas, SiF_3. Wird nun Kalium in diesem Gase erhitzt, so verbrennt es, bildet Fluorkalium und pulverförmigen Si. 266

Leitet man Fluorkieselgas in Wasser, (das Nähere bei den Säuren), so scheidet sich ein Theil des Si als SiO_3 aus, O dem Wasser entziehend, ein anderer bildet mit dem H des Wassers eine Säure, die Fluorkieselwasserstoffsäure. Sättigt man diese Säure mit KO, so erhält man Kieselfluorkalium; wird dieses mit K in einer Glasröhre erhitzt, so verbrennt das K und es entsteht ein braunes Gemenge von Fluorkalium und Kieselkalium, das, in Wasser gebracht, H entwickelt und Si als braunes Pulver hinterläßt. Die Darstellung des Si gelang Berzelius im Jahre 1824.

Verbindungen des Si.

Mit dem O bildet Si die Kieselsäure, SiO_3. 267

Mit dem H bildet es, in Verbindung mit Fluor, die oben angeführte Fluorkieselwasserstoffsäure. 268

Mit dem N ist keine Verbindung bekannt. 269

Mit dem S bildet Si den Schwefelkiesel, SiS_3, der entsteht, wenn Si in Schwefelgas erhitzt wird, worin er mit rothem Feuer zu einer weißen erdigen Masse verbrennt. 270

271 Mit dem P geht Si keine Verbindung ein.

272 Mit Cl macht Si den Chlorkiesel, $SiCl_3$, eine farblose, dünne, rauchende Flüssigkeit, die entsteht, wenn Si in einem Strome von Chlorgas erhitzt wird; er entzündet sich und brennt.

273 Mit Br entsteht der Bromkiesel, $SiBr_3$, eine farblose, stark rauchende Flüssigkeit, gebildet durch Ueberleiten von Bromdampf über ein glühendes Gemenge von SiO_3 und C.

274 Mit J ist noch keine Verbindung bekannt.

Mit F bildet er das oben angeführte Fluorkieselgas, SiF_3.

Das Ozon.

275 Bekanntlich entwickelt sich ein eigenthümlicher Geruch, wenn eine kräftige Electrisirmaschine in Thätigkeit ist. Derselbe Geruch entsteht, wenn man in einer etwas großen Flasche eine Stange Phosphor mit Wasser von etwa 30° C. übergießt, so daß der P zum Theil im Wasser liegt, zum Theil in der Luft sich befindet; wenn man die Flasche etwas bewegt, so entwickelt sich rasch der Geruch nach Ozon.

Taucht man einen Streifen mit Jodkaliumlösung getränkten Papiers in diese ozonisirte Luft, so wird er gelb gefärbt von ausgeschiedenem J. Tränkt man einen Papierstreifen mit einer dünnen Lösung von Kleister, dann mit Jodkaliumlösung, und bringt denselben in die Flasche, so bläut er sich sehr rasch. Papier, mit gelbem Blutlaugensalz getränkt, färbt sich höher gelb; mit schwefelsaurem Manganoxydul getränktes Papier wird braun von gebildetem Manganoxyd. Lackmuslösung, Blauholzauszug werden durch Schütteln mit ozonisirter Luft gebleicht, wie von Cl, wobei der Geruch verschwindet. Leicht oxydirbare Körper, HS, SO_2, Eisenvitriollösung, zerstören gleichfalls den Geruch.

Läßt man einen Strom reinen Sauerstoffgases durch eine enge Röhre streichen, durch welche zwei eingeschmolzene Platindrähte das Durchschlagen elektrischer Funken gestatten, so tritt Ozon gleich auf. Durch die Elektricität, wie oben durch den P, wird der Sauerstoff in einen stark activen Zustand übergeführt, in eine allotropische Modification, in welcher seine Verwandtschaft zu anderen Körpern viel kräftiger hervortritt, als beim gewöhnlichen O, und das Ozon in seinen Affinitäten dem Cl, J, Br ähnlich macht, so daß es alle Metalle höher oxydirt, Jod in Jodsäure, und Phosphor in Phosphorsäure überführt 2c.

Fragen und Aufgaben zu schriftlicher Bearbeitung.

a. Eigenschaften des Kohlenstoffs! — b. Wovon hängt das Aussehen und die Structur der aus vegetabilischen Körpern gewonnenen Kohle ab? — c. Wozu wird die Holzkohle in technischer Beziehung gebraucht? — d. Was sind Coaks? Sind's entschwefelte Kohlen, wie man sie im gewöhnlichen Leben nennen hört? — e. Was nennt man Allotropie, allotropische Zustände? — f. Welche Kohle hat die meiste entfärbende Kraft? — Woher? — g. Vermöge welcher Eigenschaft vermag Kohle Luftarten zu absorbiren? — Welche Gasarten werden leicht absorbirt? — h. Welchen Kohlen geht dies Vermögen ab? — i. Eigenschaften des leichten Kohlenwasserstoffgases! — k. Welche sind die Verbrennungsproducte dieses Gases? — l. Auf welche Art entwickelt es sich in stehenden Gewässern, Sümpfen, Bergwerken? — m. Wodurch wird seine Anhäufung in Bergwerken so gefährlich? — n. Eigenschaften des schweren Kohlenwasserstoffgases! — o. Warum leuchtet die Flamme dieses Gases mehr, als die des Sumpfgases? — p. Wie kann man nachweisen, daß Kohlenstoff in diesem Gase enthalten ist! — q. Was nennt man eine trockene Destillation? — r. In welcher doppelten Hinsicht ist zu jeder Feuerung, zu jeder gut brennenden Flamme ein Zug nöthig? — s. Woher rührt die Erscheinung des Rußens bei Lampen und Feuerungen? — t. Wann erst kann ein Körper sich entzünden? — u. Was bedingt die Leichtentzündlichkeit eines Körpers? — v. Wann erlischt ein brennender Körper? — w. Was bedingt die Größe der Wärmeentwickelung bei einem brennenden Körper? — x. Warum brennt Holz mit großer Flamme. Holzkohle nicht? — y. Warum gebraucht man zum Ausbringen der Metalle aus Erzen Holzkohlen und Coaks statt des Holzes und der Steinkohlen? — z. Warum feuert man in den Locomotiven mit Coaks und nicht mit Steinkohlen?

aa. Eigenschaften des Cyans! — bb. In welchen Eigenschaften ist das Cyan dem Cl, Br, J, F so ähnlich? — cc. Eigenschaften des Schwefelkohlenstoffs! — dd. Bei welcher Gelegenheit haben wir den Schwefelkohlenstoff schon angeführt? — ee. Wie verhält sich Schwefelkohlenstoff, wenn er als Dampf über glühende Metalle geleitet wird? Wie, wenn er über glühende Metalloxyde streicht?

a. Eigenschaften des Brom!

b. Eigenschaften des Siliciums!

Tabellarische

Name.	Farbe.	Durchsichtigkeit.	Geruch, Geschmack.	Gewöhnlicher Aggregatzustand.	Verhalten in der Wärme.
4. Schwefel, S.	gelb.	undurchsichtig, durchscheinend.	geruchlos, geschmacklos.	fest; (krystallisirt).	schmilzt; wird gasförmig.

Nach diesem Beispiele ist eine tabellarische Uebersicht schriftlich anzufertigen von

276 Die dreizehn Stoffe, die wir bis jetzt haben kennen gelernt, O, H, N, S, Se, P, Cl, Br, J, F, C, B, Si, nennt man **Metalloide, Nichtmetalle.** Sie besitzen im Gegensatz zu den Metallen **keinen Metallglanz**; sie sind auch weniger gute Leiter für die Elektricität und die Wärme, als die Metalle. Von den Metalloiden sind in gewöhnlicher Temperatur

7 fest: S, Se, P, J, C, B, Si,
1 flüssig: Br.
4 gasförmig: O, H, N, Cl, wozu noch das Cy zu rechnen.

Cl, Br, J, F sowie Cy bilden in vieler Hinsicht unter den Metalloiden eine besondere Gruppe. Zu dem H haben sie eine große Verwandtschaft und bilden damit Säuren, die man **Wasserstoffsäuren** nennt, wogegen die anderen Metalloide nur mit dem O Säuren bilden, die man daher **Sauerstoffsäuren** nennt; doch bilden sie auch noch Sauerstoffsäuren. Mit den Metallen bilden sie eigenthümliche salzähnliche Verbindungen, die man **Haloidsalze** nennt, wogegen man die Verbindungen der Sauerstoffsäuren mit Basen **Sauerstoffsalze** nennt. Diese vier resp. fünf Metalloide nennt man daher **Salzbildner, Corpora halogenia.**

Uebersicht.

Stärke der Affinität.	Specif. Gewicht.	Vorkommen.	Verbindungen.
stark; verbindet sich fast mit allen Elementen	1,98 2,045	Gediegen; in Verbindung mit Metallen; in Salzen; als Sauerstoffverbindung.	mit O: $SO_3, SO_2, S_2O_5, S_2O_2, S_3O_5, S_4O_5, S_5O_5$; mit H: HS, HS_2.

allen 13 Metalloiden; unter den Verbindungen sind nur die wichtigsten aufzuführen.

Säuren und Oxyde der Metalloide.

I. Sauerstoffsäuren und Oxyde.

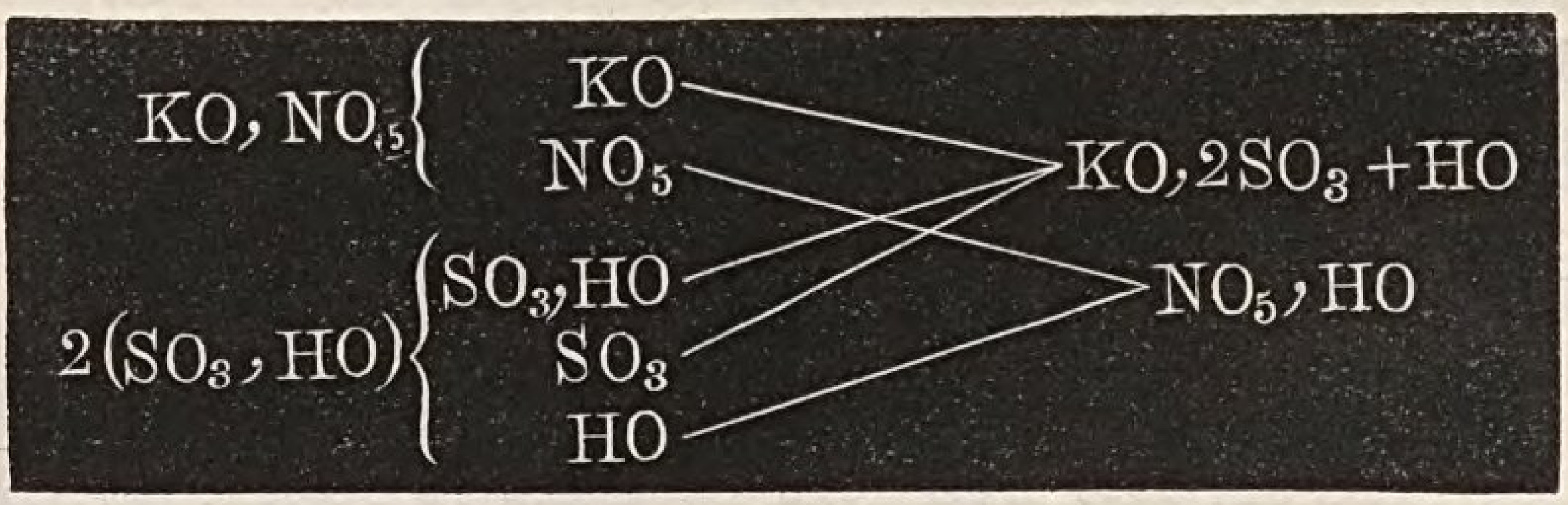
A. Säuren und Oxyde des Stickstoffs.

1. Salpetersäure, NO_5.

In eine Retorte, am besten mit Tubulus, den ein eingeriebener Glasstöpsel schließt, bringe man gestoßenen Salpeter; wendet man eine nichttubulirte Retorte an, so bringt man den Salpeter mittelst einer langen dünnen Papiertüte durch den Hals ein, den man senkrecht hält, damit nicht Salpeter im Retortenhalse sitzen bleibt. Darauf gießt man ein gleiches Gewicht concentrirter Schwefelsäure zu, oder genauer: zu 100 KO, NO_5 giebt man 97 Schwefelsäure; in die nichttubulirte Retorte gießt man die Säure durch einen Trichter mit langer Röhre ein, die man in die senkrecht gehaltene Retorte einsetzt; es wird so das Beschmutzen des Halses durch Schwefelsäure verhütet. Die Retorte wird in eine Sandkapelle eingesetzt, eine in kaltem Wasser liegende Vorlage vorgelegt und erhitzt. Die Retorte füllt sich meist zuerst mit rothen Dämpfen, ebenfalls eine Säure des N, salpetrige Säure; sie entsteht durch Einwirkung der frei- 277

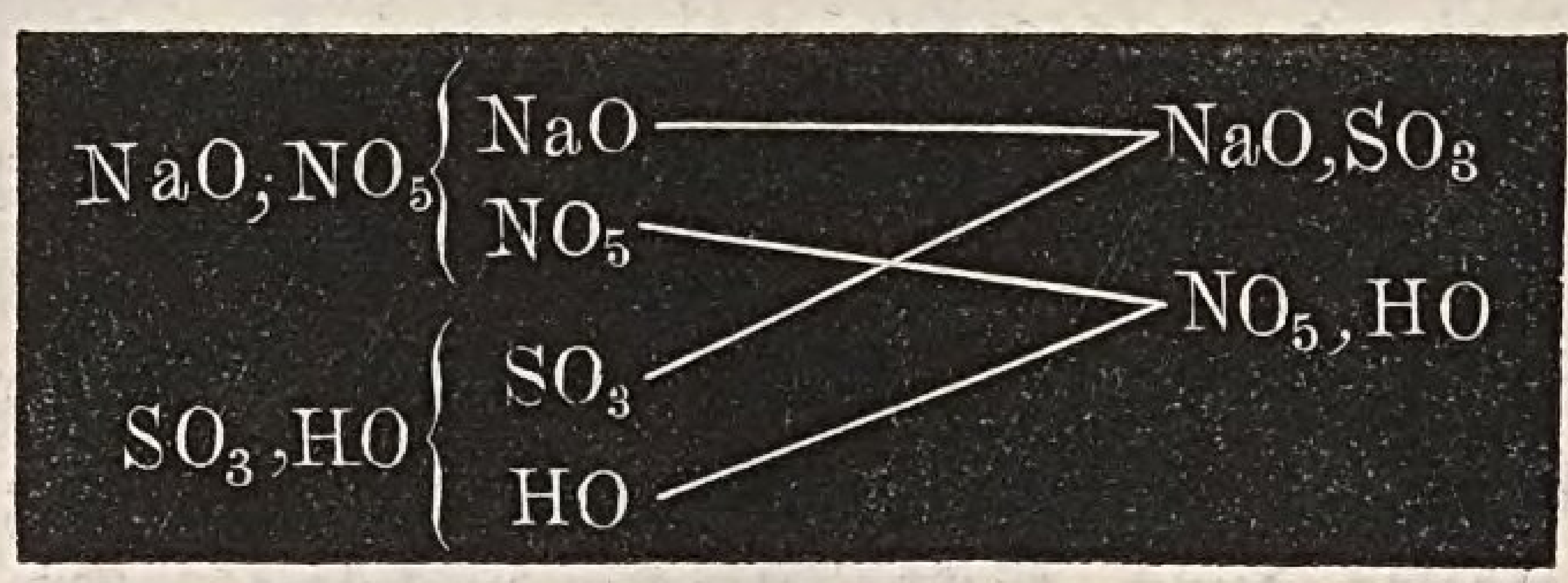
gewordenen Salpetersäure auf organische Substanzen, die dem Salpeter beigemengt waren, wohl auch dadurch, daß der Salpeter nicht von vornherein gleichmäßig mit Schwefelsäure durchdrungen. Dann gehen farblose Dämpfe über, die sich in der Vorlage zu einer farblosen oder gelblich gefärbten Flüssigkeit, Salpetersäure, condensiren. Das Kalthalten der Vorlage erreicht man dadurch, daß man mit der Spritzflasche einen dünnen Wasserstrahl aufspritzt oder über der Vorlage ein Gefäß mit einem Hahn anbringt, aus welchem beständig ein Wasserstrahl ausfließt. Die teigartige Masse in der Retorte kommt nicht eher zum Schmelzen, als bis alle Salpetersäure ausgetrieben ist; tritt dieser Zeitpunkt ein, so zeigen sich wieder rothe Dämpfe, durch Zersetzung der Salpetersäure an den sehr heiß gewordenen Wänden der Retorte erzeugt. Die Arbeit ist dann beendigt, die Vorlage wird abgenommen und die Retorte so stark erhitzt, bis der Inhalt vollständig geschmolzen ist, darauf wird die Retorte ausgenommen und der Inhalt durch den Hals (den man vorher durch Erwärmen von der Salpetersäure befreit hat) auf einen Stein ausgegossen; er erstarrt zu einer weißen Salzmasse, zweifach-schwefelsaures Kali, das zerschlagen und aufbewahrt wird. Das Ausgießen ist deshalb nöthig, weil sonst das in der Retorte erkaltende Salz, besonders wenn dieselbe ziemlich gefüllt war, eine Sprengung der Wände verursachen könnte, da es sich beim Erkalten stark ausdehnt.

278 Bei dieser Entwickelung verbindet sich die Hälfte der Schwefelsäure mit dem Kali, das die NO_5 frei läßt, da die Affinität der Schwefelsäure zum KO stärker ist, als die der NO_5 zum KO; dabei giebt die SO_3,HO ihr Wasser der NO_5. Die andere Hälfte der SO_3,HO verbindet sich mit dem schwefelsauren Kali zu zweifach-schwefelsaurem Kali, welches das übrige Wasser der SO_3,HO zurückhält, in Zeichen:



(Zweifach-schwefelsaures Kali, mit 1 At. Wasser.)
(Salpetersäurehydrat.)

279 Statt des theuren Salpeters braucht man auch das salpetersaure Natron, nach seinem Fundorte Chilisalpeter, auch Südseesalpeter genannt. Man nimmt 57 SO_3,HO auf 100 NaO,NO_5.



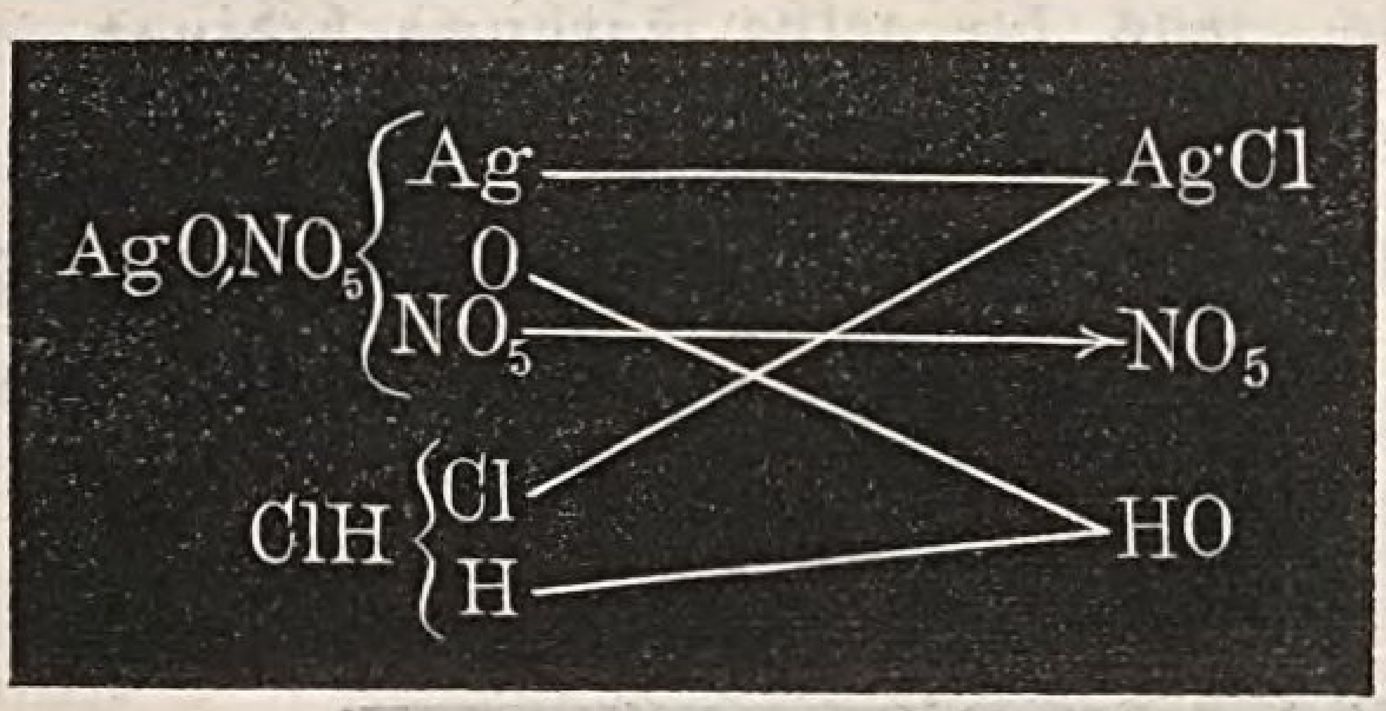
280 Dies gewonnene Salpetersäurehydrat ist eine farblose, rauchende Flüssigkeit von sehr saurem Geschmack und eigenthümlichem Geruch, die Lackmuspapier stark röthet; specif. Gewicht = 1,52.

Verfährt man wie in Nr. 277, giebt aber auf 1 Pfund Salpeter 11 Loth 281
Wasser in die Vorlage, so erhält man ein zweites Hydrat der Salpetersäure $= NO_5,4HO$; es ist farb- und geruchlos, specif. Gewicht = 1,42.

Durch Behandlung von trocknem salpetersaurem Silberoxyd mit Cl bei 282
60° C. erhält man wasserfreie Salpetersäure in Krystallen in einer stark abgekühlten Röhre. Wir haben also:

Wasserfreie Salpetersäure $= NO_5$,
Erstes Salpetersäurehydrat $= NO_5, HO$,
Zweites Salpetersäurehydrat $= NO_5, 4\,HO$,

Ist die erhaltene Salpetersäure von salpetriger Säure gelb gefärbt, so 283
kann man sie davon durch gelindes Kochen befreien. Enthält sie Salzsäure, von Verunreinigungen des Salpeters durch Kochsalz herrührend, so kann man sie davon befreien, indem man salpetersaures Silberoxyd (Silber = Ag, argentum) zusetzt; die Salzsäure wird dann zersetzt, Cl macht Chlorsilber, das als käseartiger Bodensatz niederfällt; die NO_5 des Höllensteins bleibt in der gereinigten Säure, nach folgendem Schema:



(Chlorsilber.)

Vom Bodensatz wird abgegossen, und destillirt.

Die Salpetersäure ist eine der stärksten Säuren, und wird hinsichtlich ihrer 284
Affinität nur von der Schwefelsäure übertroffen, welche sie, wie wir sahen, bei gesteigerter Wärme aus ihren Salzen vertreibt. Das Rauchen des ersten Salpetersäurehydrats hat darin seinen Grund, daß sein Dampf die Luftfeuchtigkeit anzieht, dann nicht mehr unsichtbar bestehen kann, sondern in Gestalt eines Nebels sich niederschlägt.

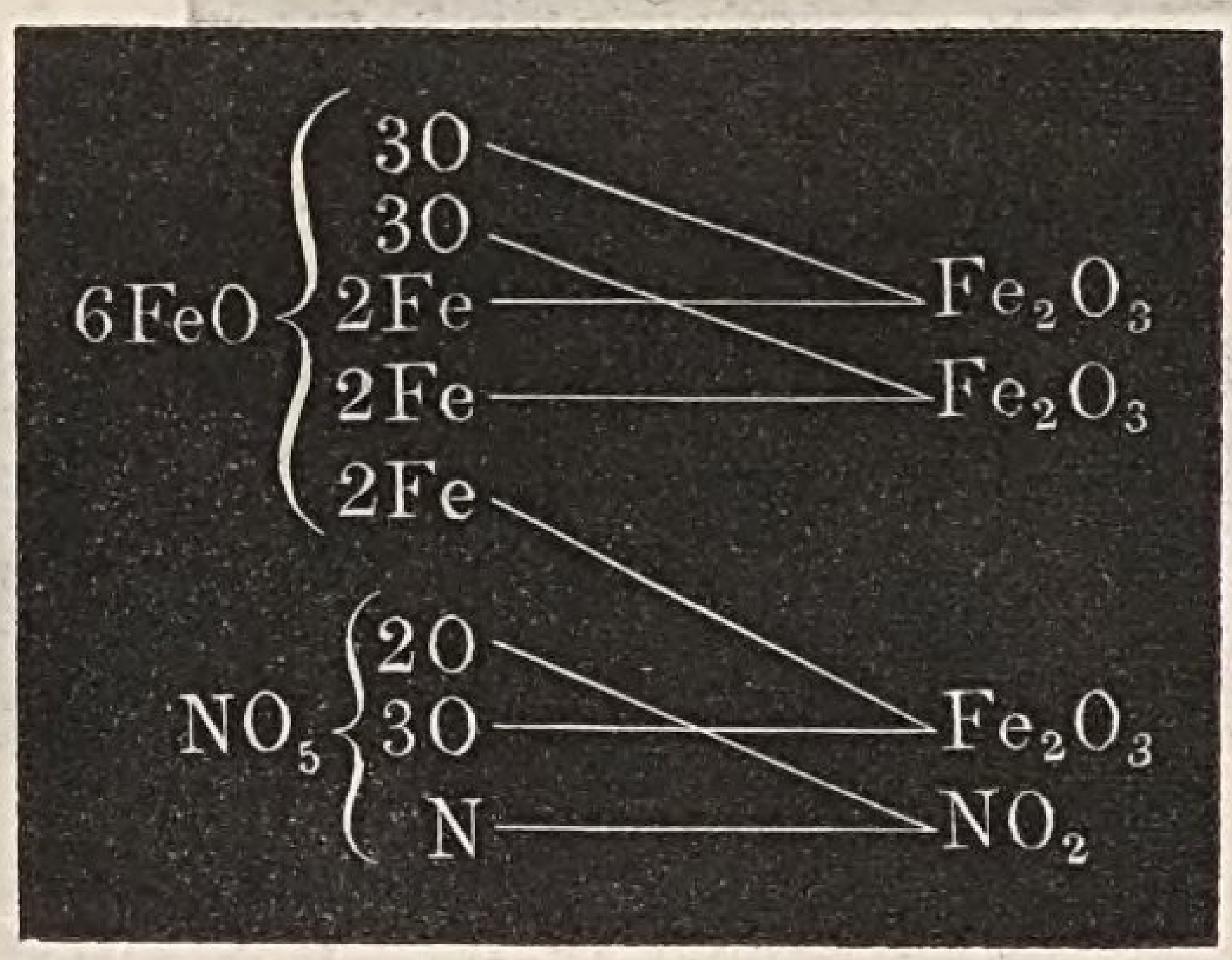
Die Salpetersäure wird, da sie vielfach in den Gewerben zur Anwendung 285
kommt, fabrikmäßig dargestellt aus großen gußeisernen Cylindern mit platten Schließdeckeln, aus deren vorderem eine irdene Röhre tritt, welche die sauren Dämpfe in eine Reihe Ballons führt, die nach Art der Woulff'schen Flaschen mit einander communiciren. Die Säure im ersten Ballon ist sehr unrein und wird zur Schwefelsäurefabrikation gebraucht. Diese rohe käufliche Säure ist sehr verdünnt, und enthält oft 60 bis 80 Procent Wasser.

Man setze von dem gewonnenen ersten Salpetersäurehydrat etwas in einem 286
kleinen Fläschchen dem Sonnenlichte aus; die Säure wird bald gelb gefärbt, da sich salpetrige Säure bildet und O ausgeschieden wird, der oft mit Heftigkeit

beim Lüften des Korkes austritt. Man muß deshalb die Salpetersäure im Dunkeln aufbewahren oder in Flaschen, die mit dunklem Papier beklebt sind.

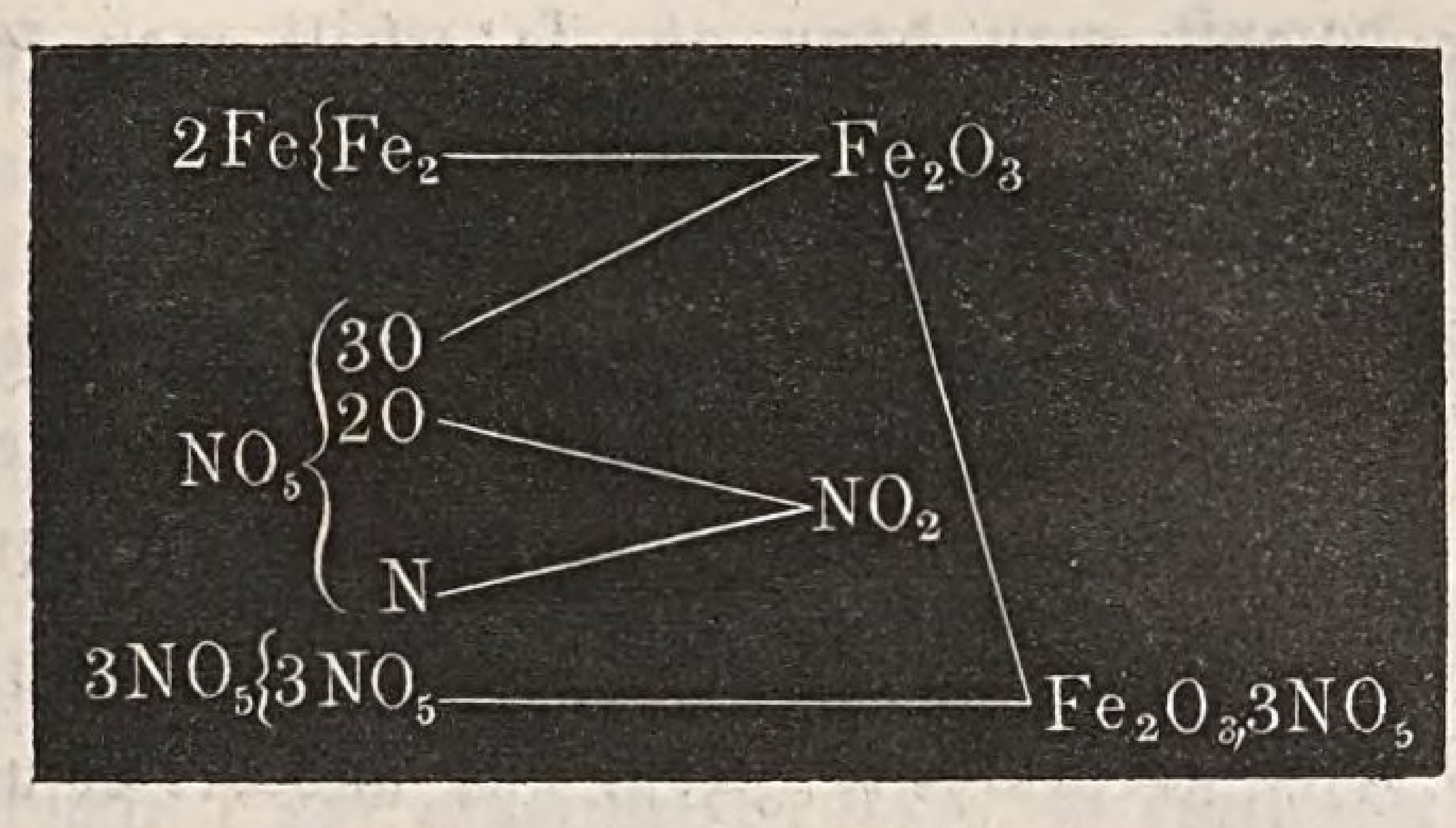
Man gieße concentrirte Salpetersäure auf einige glühende Kohlen; es entsteht dann eine glänzende Verbrennung auf Kosten des O der NO_5, indem sich CO_2 und N verflüchtigen; oder man taucht eine Stange Sprengkohle (Anhang Nr.5), deren Ende man glühend gemacht hat, in eine Probirröhre, auf deren Boden etwas sehr concentrirte Salpetersäure sich befindet, bis die glühende Spitze die Flüssigkeit berührt; taucht man nach und nach in die Säure, so fährt die Kohle mit intensivem Lichte zu brennen fort. Diese beiden Versuche beweisen, daß die NO_5 sehr leicht zersetzbar ist und ihren O leicht abgiebt.

287 Man löse etwas schwefelsaures Eisenoxydul, Eisenvitriol, in Wasser in einem Probirglase, und setze einige Tropfen NO_5 zu; die Lösung nimmt gleich statt der grünlichen Färbung eine etwas gelbliche an. Erwärmt man nun, so sieht man die Lösung braun, ja schwarz werden, bis sie zum Kochen kommt, dann wird sie wieder gelb und zugleich zeigt sich über der Lösung ein gelbrother Dampf. Die NO_5 nämlich zersetzt sich, giebt zum Theil ihren O, der sich im status nascens befindet und also leicht Verbindungen eingeht, dem Eisenoxydul, und macht Eisenoxyd daraus, was die gelbe Färbung bedingt. Dadurch wird die NO_5 zu einer niedrigeren Oxydationsstufe des Stickstoffs, zu Stickoxydgas, welches die Eisenvitriollösung schwarz färbt; sobald man nun kocht, entweicht das Stickoxydgas, das sich sehr leicht mit dem O der Luft höher zu salpetriger Säure oxydirt, die als rother Dampf das Gläschen erfüllt; man hat jetzt schwefelsaures Eisenoxyd in Lösung:



Die NO_5 ist vermöge ihrer leichten Zersetzbarkeit ein vorzügliches Oxydationsmittel.

288 Wird verdünnte NO_5 auf Eisenfeile gegossen, so greift sie das Eisen heftig an, es bildet sich, wie wir schon früher sahen, eine braungelbe Lösung von salpetersaurem Eisenoxyd, während gelbrothe Dämpfe von salpetriger Säure sich entwickeln; die NO_5 wird zum Theil zersetzt, giebt O an das Eisen und bildet Eisenoxyd, während sie selbst zu Stickoxydgas wird, das mit dem O der Luft sich zu salpetriger Säure oxydirt. Die unzersetzte NO_5 bildet dann mit dem Eisenoxyd salpetersaures Eisenoxyd:



Gießt man concentrirte NO_5 (NO_5,HO) auf Eisenfeile, so zeigt sich keine Wirkung, bis man einige Tropfen Wasser zusetzt, worauf die Einwirkung mit Heftigkeit eintritt. Diese Erscheinung hat darin ihren Grund, daß das neu gebildete Oxyd in der verdünnten Säure löslich ist, nicht aber in der concentrirten. Dieselbe Erscheinung zeigt sich auch, wenn man Zinnspähne anwendet, Zink dagegen wird heftig oxydirt. Die Einwirkung der bis zu einem gewissen Grade verdünnten Säure auf Eisen ist so heftig, daß, wenn man auf Eisenfeile nur wenig Säure gießt, dieselbe oft ins Glühen geräth. Uebergießt man Blei mit concentrirter NO_5, so zeigt sich keine Wirkung, da Bleioxyd in NO_5,HO nicht löslich ist; giebt man Wasser zu, so entsteht salpetersaures Bleioxyd, da das entstehende Bleioxyd in der verdünnten Säure löslich ist; abgedampft erhält man PbO,NO_5 in weißen, glänzenden Krystallen.

Auf diese Art lösen sich die meisten Metalle, indem sie durch den O des 289
einen Theiles der sich zersetzenden Säure oxydirt werden, und mit dem unzersetzten Theile salpetersaure Salze bilden. So auch Silber, das mit der NO_5 salpetersaures Silberoxyd, Höllenstein, bildet, in farblosen Krystallen; Gold hingegen löst die NO_5 nicht, daher man auch durch Kochen mit NO_5 das Silber aus einer Verbindung mit Gold ausscheiden kann; man nennt deshalb wohl die verdünnte käufliche Salpetersäure Scheidewasser.

Man koche eine Zeitlang in einer reinen Reagenzröhre etwas S mit 290
NO_5, wobei sich der rothe Dampf wieder zeigt. Löst man dann etwas Chlorbarium (ein Haloidsalz, aus Cl und dem Metalle Barium, Ba, bestehend), das man in der Apotheke fertig erhalten kann, in destillirtem Wasser und setzt diese Lösung zu der NO_5, so zeigt sich eine Trübung, was bei reiner NO_5 nicht der Fall ist, und es fällt ein weißes Pulver zu Boden; dies Pulver ist schwefelsaurer Baryt. Durch die NO_5 ist der S zu SO_3 oxydirt worden, für welche das Chlorbarium ein sehr empfindliches Reagenz ist, indem sich schwefelsaurer Baryt bildet, der als unlösliches Pulver sich absetzt und dadurch die Gegenwart der gebildeten SO_3 anzeigt. So oxydirt NO_5 das J zu Jodsäure, den P zu Phosphorsäure, den C zu Kohlensäure, wodurch sich wieder die Salpetersäure als eins der kräftigsten und wichtigsten Oxydationsmittel zeigt.

Setze zu NO_5 so lange Potasche oder besser reines KO,CO_2 (wobei 291
unter Brausen die CO_2 entweicht, als die schwächere Säure von der stärkeren NO_5 ausgetrieben), bis blaues Lackmuspapier nicht mehr roth, rothes nicht

mehr blau wird; dampft man dann ab, so erhält man salpetersaures Kali. Hier geht alle NO_5 in die Verbindung ein, ohne Zersetzung, da ein fertig gebildetes Oxyd, KO, ihr geboten wird. Die Eigenschaften der Basis, laugenhafter Geschmack, sowohl, als die der Säure, saurer Geschmack, Röthung des Lackmuspapiers, haben sich neutralisirt, es ist ein neutrales Salz entstanden, KO, NO_5, Salpeter, von salzig kühlendem Geschmack.

292 Man erwärme etwas Bleiglätte, Bleioxyd, PbO, rothe Blättchen, mit NO_5; das PbO wird großentheils gelöst, und aus der Lösung setzen sich beim Erkalten Krystalle von PbO,NO_5 ab. Erwärmt man so die Mennige, ein nicht beständiges Gemenge von PbO und Bleisuperoxyd, PbO_2, ein rothes Pulver, mit verdünnter NO_5, so scheidet sich bald ein braunes Pulver ab, PbO_2, das als unlöslich zu Boden fällt; in der NO_5 hat sich das PbO gelöst und die Lösung giebt beim Abdampfen PbO,NO_5, wie vorher. Die meisten Metalloxyde werden von der NO_5 ohne Zersetzung aufgelöst, und es entstehen dann in Wasser lösliche Salze.

Mit sehr verdünnter NO_5 lassen sich daher blind gewordene, also mit Oxyd überzogene Metalle putzen, da die Säure die Oxyde wegnimmt und die Metalle rein läßt.

293 Man tauche ein Papier in eine Salpeterlösung und trockne es; zündet man es an, so daß es glimmt, so verglimmt es weiter unter lebhaftem Sprühen, dieselbe Erscheinung, die man beim Feuerschwamm beobachtet, der ebenfalls mit Salpeter getränkt ist. Die NO_5 wird hier auch zersetzt, der freiwerdende O verbindet sich in glänzender Verbrennung mit der Kohle der Papiers und bildet CO_2, die mit dem N der NO_5 rasch entweicht und so das Sprühen verursacht. Dieselbe Erscheinung findet Statt, wenn man einen Salpeterkrystall auf glühende Kohlen legt. Zerstößt man einige der oben erhaltenen Krystalle des PbO,NO_5 zu Pulver und streut dies auf die Kohlen, so entsteht wie beim Salpeter eine Verbrennung; unter Sprühen zersetzt sich die NO_5 vollständig, sowie das PbO, und es bleiben auf den Kohlen feine Bleikörnchen. Wie die NO_5 selbst zersetzen sich die salpetersauren Salze mit Leichtigkeit.

294 Man umgebe den Kiel einer Schreibfeder mit einem wohl mit Wachs durchzogenen Faden so, daß derselbe eine Spirale um die Feder bildet; taucht man dann die Feder kurze Zeit in sehr verdünnte NO_5 und spült dann sorgfältig die Säure mit Wasser ab, so erscheint die Feder gelb gebeizt; wo der Faden gelegen hat, ist sie weiß geblieben. Man hat dies Verfahren benutzt, um Schriftzüge und sonstige Verzierungen auf den Schreibfedern anzubringen. Ein Stück Tannenholz wird auf diese Art gelb gebeizt; Nußbaumholz nimmt eine schöne dunkelgelbe, fast rothe Färbung an. Auf die Haut gebracht färbt die NO_5 dieselbe gelb, eine Färbung, die nur durch Erneuerung der Epidermis verschwindet; die Nägel, Horn, färbt sie ebenfalls gelb, wie die meisten thierischen Körper, so auch Seide, was wohl in der Färberei benutzt wird, um seidene Tücher gelb zu färben; überhaupt wird die verdünnte NO_5 in der Färberei viel benutzt. Nimmt man etwas Indigolösung (siehe Nr. 147), färbt damit

Wasser blau und setzt dann NO_5 zu, so wird die blaue Lösung bald braungelb. Dies hat man benutzt, um auf blauem oder grünem Grunde gelbe Muster hervorzubringen; auf die mit Indigo einförmig blau gefärbten Zeuge druckt man mittelst Kleister, dem NO_5 zugesetzt wird, die Muster auf, die dann gelb auf blauem Grunde sich zeigen.

Die concentrirte Säure verwandelt organische Stoffe großentheils in CO_2 295
und HO, oft mit solcher Heftigkeit, daß sie sich entzünden. Mischt man 2 Thle. Terpentinöl mit 1 Thl. concentrirter NO_5, so entzündet sich die Mischung und brennt mit hoher, stark rußender Flamme; auch, wenn man 4 Thle. concentrirter NO_5 mit 1 Thl. concentrirter SO_3 mischt und auf Terpentinöl gießt.

Durch Behandeln mit verdünnter NO_5 werden die meisten vegetabilischen 296
und animalischen Stoffe in eigenthümliche Verbindungen, oft in Säuren, verwandelt. Die höchst concentrirte NO_5 verändert einige Pflanzenstoffe, namentlich Baumwolle und Holzfaser, in eigenthümliche explosive Stoffe. Taucht man in eine solche Säure, etwa 15 Minuten lang, gereinigte Baumwolle, wäscht sie dann sorgfältig aus und trocknet sie vorsichtig, so ist die Wolle äußerlich nicht geändert, nähert man aber derselben eine glühende Kohle, so verpufft sie ohne Rückstand, ein Gasgemenge bildend von Kohlenoxydgas, CO_2, N, HO. Statt der reinen Salpetersäure nimmt man besser 7 Thle. concentrirte NO_5 und $6^1/_2$ Thle. concentrirte SO_3, welche letztere der NO_5 zum Theil das Wasser entzieht; man taucht die Wolle 15 bis 20 Minuten ein, drückt sie dann zwischen zwei Glasplatten aus und wäscht sie in vielem Wasser vollständig aus, bis das Wasser und die Wolle keine Reaction auf Säure mehr zeigen. Dann trocknet man die Wolle bei einer Temperatur, die nie 100° C. erreicht. Legt man etwas Schießwolle auf einen Amboß und schlägt mit einem Hammer darauf, so brennt sie mit einem starken Knalle ab. Man kann sie statt des Schießpulvers gebrauchen, aber, obgleich sie das Schießpulver an Wirkung drei- bis viermal übertrifft, ist ihre Anwendung doch nicht zulässig, da sie durch ihre plötzliche Verwandlung in Gasarten die Geschütze und Gewehre leicht sprengt, auch dieselben mehr angreift; sie ist auch viel theurer und dabei so explosiv, daß ihr Transport mit großer Gefahr verbunden ist. Behandelt man Papier wie die Baumwolle, so wird es ebenfalls in eine explosive Masse verwandelt, die beim Reiben viel Elektricität entwickelt; mit Aether befeuchtet und getrocknet, wird es durchsichtig wie geöltes Papier. Die Schießwolle löst sich in Aether, dem man einige Procente Alkohol zugesetzt hat, zu einer klebrigen, syrupdicken Masse, die man Collodium genannt hat, und die, auf eine Fläche gebracht, darauf nach Verdunstung des Aethers eine glänzende, fest aufsitzende Haut zurückläßt; dies Verhalten hat man mit großem Vortheil zum Heilen von Wunden, namentlich von Brandwunden, benutzt; man überstreicht die Wunden mehrmals mit Collodium, bis eine feste Haut sich bildet, die sich luft- und wasserdicht anlegt und namentlich bei Brandwunden Kühlung durch Wasser zuläßt. Um Schießwolle zu Collodium zu machen, taucht man die Wolle in ein Gemenge von 3 Thln. concen-

trirter SO_3 und 2 Thln. Salpeter, und läßt die Wolle 1 bis 2 Stunden darin; dann wird sie gewaschen, getrocknet und in Aether, welcher mit 6 bis 8 Proc. Alkohol versetzt ist, gelöst.

297 Die Eigenschaft der NO_5, Metalle und Oxyde aufzulösen, wendet man oft in den Künsten und Gewerben an, so z. B. die Kupferstecher; sie überziehen Kupfer- oder Stahlplatten mit sogenanntem Aetzgrund, einer Mischung von Wachs, Asphalt und noch anderen Stoffen, machen darauf ihre Zeichnungen bis auf die Platte und übergießen mit verdünnter NO_5, die nun in die bloßgelegten Stellen einfrißt und eine Zeichnung hervorbringt, die mit dem Grabstichel verbessert und verfeinert wird. Auf diese Art kann man leicht einen Namenszug oder dergleichen in Metall einätzen.

298 Man bedient sich auch der NO_5 als eines Räucherungsmittels in Hospitälern ꝛc. bei solchen Kranken, die Cl nicht vertragen können; zu diesem Zwecke wird fein zerriebener Salpeter mit concentrirter SO_3 übergossen und gelinde erwärmt.

299 Salpetersäurehydrat kann ohne Wasser nicht bestehen; versucht man, ihm dasselbe zu entziehen, so zerfällt es in O und in eine niedrigere Oxydationsstufe des N. Solches Wasser, das zum Bestehen einer chemischen Verbindung nöthig ist, ohne welches sie nicht bestehen kann, nennt man Constitutionswasser. Durch mäßige Glühhitze zerfällt Salpetersäure in ein Gemenge von Salpetersäure und salpetriger Säure, durch Weißglühhitze in N und O.

300 Wie man durch genaue Versuche gefunden hat, sättigen 100 Thle NO_5 (als trockne Säure) ungefähr 87 Thle. Kali (ebenfalls wasserleer genommen); diese Menge Basis enthält 14,75 Thle. O. Nimmt man zur Sättigung Bleioxyd, so gebraucht man für 100 Thle. NO_5 etwa 207 Thle. PbO, und darin sind ebenfalls 14,75 Thle. O enthalten. So hat man noch viele Basen untersucht, und das Gesetz gefunden, daß 100 Thle. NO_5 immer eine Gewichtsmenge Basis zur Sättigung erfordern, die 14,75 Thle. O enthält.

Rechnen wir nach der Atomentafel, so haben wir das Atomgewicht des KO = 589, der NO_5 = 675; setzen wir nun $\overset{NO_5}{675} : \overset{KO}{589} = 100 : x$, so erhalten wir ebenfalls x = 87, auf dieselbe Weise beim PbO, x = 207. Daraus folgt der Satz: »Die neutralen salpetersauren Salze enthalten 1 At. Säure und 1 At. Basis.«

Setzen wir nun $\overset{KO}{589} : \overset{O}{100} = 87 : x$, so erhalten wir x = 14,75, so erhalten wir auch beim PbO und allen anderen Basen ziemlich genau die Zahl 14,75; man hat diese Zahl die Sättigungscapacität der NO_5 genannt.

In 100 Thln. NO_5 sind $(\overset{NO_5}{675} : \overset{O}{500} = 100 : x)$ 74 Gewichtstheile O enthalten; da diese 100 Thle. NO_5 aber eine Menge Basis gebrauchen, die 14,75 Gewichtstheile O enthält, so verhält sich der O der Säure zu dem O der Basis

$= 74 : 14,75 = 5 : 1$; man sagt: Das Sättigungsverhältniß der NO_5 ist $= 1 : 5$.

Das Wasser in dem ersten Salpetersäurehydrat $= NO_5,HO$ befolgt dasselbe Gesetz, verhält sich also als Basis, da die Sauerstoffmenge der $\underset{N+5O}{NO_5}$ zu der des Wassers $\underset{H+O}{HO} = 5 : 1$ ist.

2. Die salpetrige Säure, NO_3.

Diese Säure tritt da auf, wie wir schon gesehen haben, wo durch Salpetersäure Körper höher oxydirt werden, und bildet dann einen rothgelben Dampf, der erstickend riecht und stark zum Husten reizt, also der Lunge schädlich ist; so bei der Bereitung des 1. Salpetersäurehydrats, oder wenn dasselbe vom Sonnenlichte zerlegt wird. Sie wird dargestellt, indem man 4 Raumtheile Stickoxydgas (das wir sogleich kennen lernen werden) mit 1 Raumtheile O mischt und das Gasgemenge durch eine sehr kalt gehaltene Röhre in eine stark abgekühlte Flasche treten läßt; oder indem man Stärke mit Salpetersäure destillirt, das Gas durch eine Chlorcalciumröhre gehen läßt und dann sehr stark abkühlt. Sie bildet dann eine dunkelgrüne Flüssigkeit, die sehr flüchtig ist, schon weit unter 0° C. kocht und sich in das bekannte gelbrothe Gas verwandelt. Ihr Sättigungsverhältniß ist $= 1 : 3$; sie verbindet sich aber schwierig mit Basen. 301

Nimmt man bei der Bereitung der Salpetersäure auf 100 Thle. Salpeter 48 Thle. Schwefelsäure, so viel als zur Bildung von einfach-schwefelsaurem Kali und zur Austreibung aller Salpetersäure erforderlich ist, so destillirt erst NO_5,HO über, dann aber muß die Hitze gesteigert werden, wodurch ein Theil der freiwerdenden NO_5,HO in NO_3 und O zerlegt wird. Die NO_3 verbindet sich dann mit einem Theile der salpetersauren Dämpfe zu einer bestimmten chemischen Verbindung, die man salpetersaure salpetrige Säure NO_3,NO_5, genannt hat, die sich in der schon condensirten Salpetersäure löst, und dieselbe roth färbt; eine solche Salpetersäure heißt rothe rauchende Salpetersäure. Will man eine solche Säure recht roth und concentrirt haben, so destillire man 10 Thle. trocknes KO,NO_5 mit 6 Thln. rauchender SO_3, rauchenden Vitriolöls, die wir bei den Säuren des S kennen lernen werden. 302

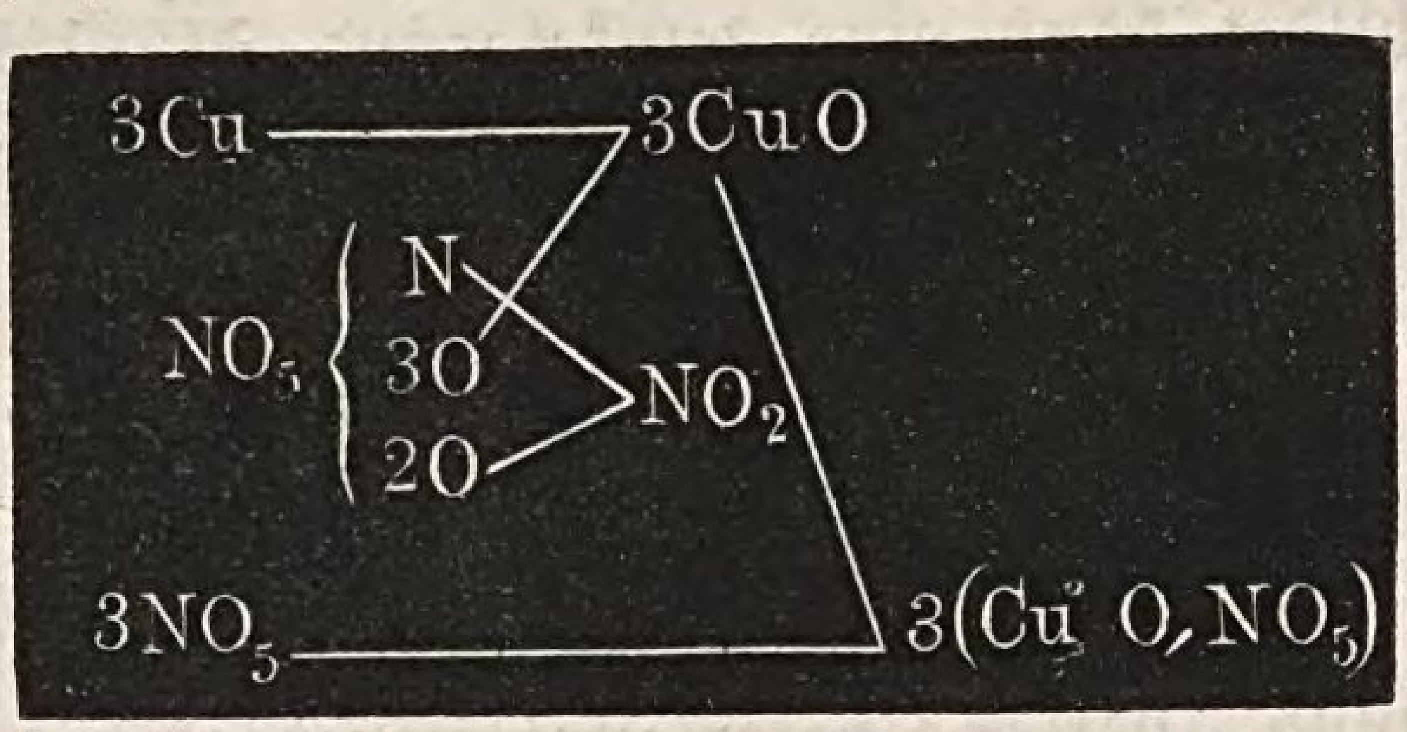
Man destillire bei sehr geringer Wärme aus dem Wasserbade eine solche starkrothe rauchende Salpetersäure in eine gut abgekühlte Vorlage (durch Eis oder Schnee mit Kochsalz), bis die Säure in der Retorte fast farblos geworden ist. Die übergegangene Flüssigkeit ist NO_3,NO_5, von dunkelrother Farbe, deren Dampf die Luft in der Vorlage so dunkel roth macht, daß dieselbe undurchsichtig ist. 303

Mischt man diese Säure mit Wasser, so wird sie zersetzt und es entwickelt sich Stickoxydgas, das theilweise mit dem entstehenden Salpetersäurehydrat zu 304

einer verschieden gefärbten Flüssigkeit sich verbindet; nach Verhältniß des zugesetzten Wassers wird sie rothgelb, gelb, grün, blau und endlich farblos. Dieselbe Farbenveränderung bei Wasserzusatz zeigt die rothe rauchende Salpetersäure vermöge ihres Gehaltes an NO_3, NO_5.

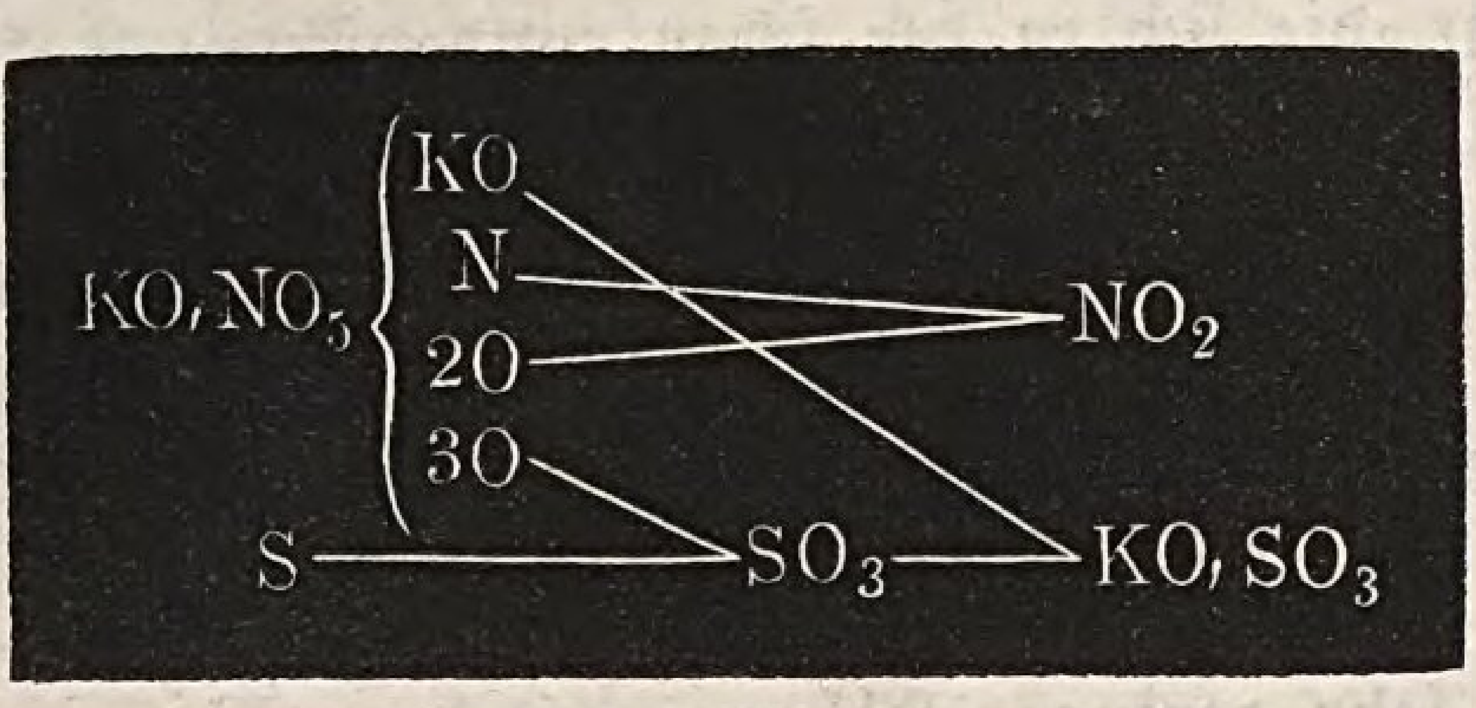
3. Das Stickoxydgas oder Stickstoffoxyd, NO_2.

305 In einen Kolben oder eine Flasche mit Entbindungsrohr bringe man einige Stücke Kupfer oder etwas Quecksilber und übergieße mit verdünnter NO_5 oder Scheidewasser. Es wird sich bald ein Gas entwickeln, Stickoxydgas, das man in Flaschen auffängt. Der Kolben füllt sich anfangs mit rothen Dämpfen, indem das Stickoxydgas sich mit dem O der in dem Kolben enthaltenen atmosphärischen Luft zu NO_3 oder NO_3, NO_5 verbindet, bald aber wird die Luft im Kolben farblos. Will man das Gas ganz rein haben, so fängt man nicht früher auf, als bei diesem Zeitpunkte, auch nimmt man zum Auffangewasser von atmosphärischer Luft durch Kochen befreites Wasser oder Quecksilber. Zu gewöhnlichen Versuchen kann man schon auffangen, wenn der Kolben fast farblos geworden.



salpetersaures Kupferoxyd,

das als schön blaue Verbindung im Kolben bleibt, und filtrirt und abgedampft ebenso gefärbte Krystalle liefert, die an der Luft leicht zerfließen. NO_2 kann auch durch Verbrennen von S mit KO, NO_5 erhalten werden, wie wir bei der Schwefelsäurefabrikation sehen werden, nämlich:



306 Man öffne eine der Flaschen voll NO_2 und lasse atmosphärische Luft eintreten; man sieht von oben herab einen gelbrothen Dampf sich einsenken; bläst man vorsichtig hinein, so erfolgt die Erscheinung rascher und stärker; noch stärker, wenn man mit O mischt. Das NO_2 oxydirt sich augenblicklich in Berührung mit der atmosphärischen Luft und bildet ein rothes Gas, das NO_3 enthält; in diesem Falle nehmen 100 Maaß NO_2 25 Maaß O auf; 100 Maaß NO_2 nehmen aber auch 50 Maaß O auf, um NO_3, NO_5, und 75 Maaß O, um NO_5 zu bilden; der rothe Dampf kann also alle diese Verbindungen enthalten.

Man vermische NO_2 mit H und verbrenne das Gasgemenge in der Glockenflasche mit Spritzrohr; es entsteht eine grüne Flamme. 307

Träufele einige Tropfen Schwefelkohlenstoff in eine Flasche mit NO_2, warte, bis der CS_2 verdampft ist und zünde an; es entsteht eine schwache Verpuffung und in der Flasche zeigt sich eine schöne, glänzend blaugrüne Flamme. Die Wände der Flasche zeigen sich mit einem weißgelben Pulver überzogen, das man leicht für abgesetzten S erkennt. Der C ist verbrannt auf Kosten des O des NO_2, und der S ausgeschieden. 308

Man tauche (wie beim O) eine recht lebhaft glühende Kohle in eine Flasche voll NO_2; sie wird mit vielem Glanze fortbrennen, hingegen eine schwach glühende erlöschen. Taucht man brennenden P (in einem Löffelchen) hinein, so verbrennt er fast mit demselben Glanze, wie in O. Schmelzender P entzündet sich nicht wie in der atmosphärischen Luft, brennender S erlischt sogar; der P bedarf also einer höheren Temperatur, um dem NO_2 den O zu entziehen, als er bedarf, um den O der atmosphärischen Luft zu entziehen. 309

Kalium, in NO_2 erhitzt, entzieht demselben den O und wird KO; es bleibt die Hälfte von zerlegtem NO_2 an reinem Stickgase übrig. 310

Bringt man in ein Gemisch von 3 Raumtheilen H und 1 Raumtheile NO_2 etwas Platinschwamm, so bildet sich HO und Ammoniak, jenes aus dem O des NO_2 und H, dieses aus dem N des NO_2 und H; das Ammoniak ist leicht an seinem stechenden Geruch zu erkennen. 311

Wasser löst $1/_{20}$ von dem Gase auf; schwefelsaures Eisenoxydul löst es, wie wir bei der NO_5 gesehen haben, in beträchtlicher Menge zu einer schwarz gefärbten Flüssigkeit. Die Hydrate der NO_5 lösen viel NO_2 auf, jedoch mit Zersetzung, indem das NO_2 der NO_5 einen Theil O entzieht und beide nun NO_3, NO_5 bilden. 312

NO_2 ist zuerst 1772 von Priestley beschrieben worden. Rein eingeathmet, wirkt es tödtlich, indem es in den Lungen und in der Luftröhre sich mit dem O verbindet und damit NO_3 oder NO_3, NO_5 bildet, welche die Häute der Luftwege angreifen und zerstören. Specif. Gewicht = 1,039. Es ist noch nicht condensirt worden. 313

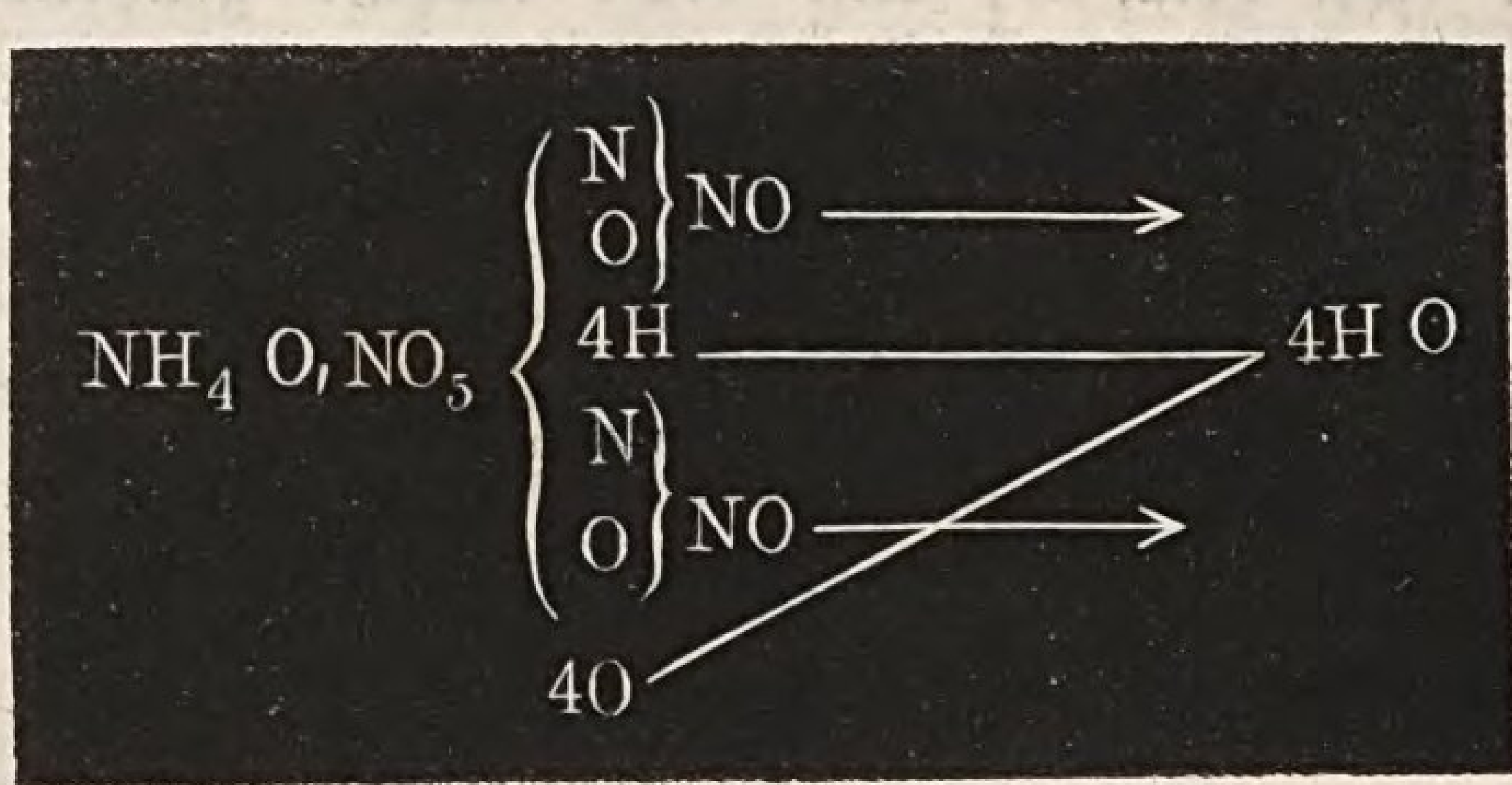
4. Das Stickoxydul- oder Stickstoffoxydulgas, NO.

In gereinigte NO_5 trage man kohlensaures Ammoniak (Ammoniak $= NH_4,O$) ein weißes Salz, das man rein in jeder Apotheke erhalten kann, bis zur vollständigen Neutralisation ein (wobei CO_2 entweicht), filtrire und dampfe ab bis zur Krystallisation, wodurch man salpetersaures Ammoniak in klaren, spießigen Krystallen erhält. Von diesen trägt man in eine kleine Retorte oder Kolben mit Entwickelungsrohr und erhitzt. 314

Das sich entwickelnde Gas — Stickoxydulgas — fängt man in Flaschen über Hg oder über einer gesättigten Kochsalzlösung auf, da das Gas merk-

lich vom Wasser absorbirt wird. Das Salz schmilzt bald, kocht und entwickelt eine Menge Gas, wobei man die Erwärmung so zu leiten hat, daß das Kochen nicht zu stürmisch geschieht, indem dann durch die zu große Hitze, wobei sich der Kolben mit weißen Dämpfen füllt, ein Theil des Ammoniaks unzersetzt bleibt, und die Salpetersäure nur bis zum Stickoxydgas zerfällt. Ein unreines Salz entwickelt im Anfange viel Chlor, das man durch Schütteln mit Kalkwasser entfernt.

Das salpetersaure Ammoniak verschwindet vollständig, indem es sich in HO und NO zerlegt.



315 Das entwickelte Gas ist farblos, von schwachem Geruch und süßlichem Geschmack. Wasser nimmt $^3/_4$ seines Volumens davon auf und nimmt den Geruch und den Geschmack des Gases an. Es bildet sich auch, wenn durch feuchte Eisenfeile dem NO_2 die Hälfte des O entzogen wird. Es verändert sich nicht durch Mengung mit atmosphärischer Luft, löst sich auch nicht in Eisenoxydulsalzen.

316 Man menge in einer kleinen Flasche von 2 bis 3 Kubikzoll Inhalt reines NO mit selbstentzündlichem Phosphorwasserstoffgas unter Wasser und verstöpsele die Flasche; es findet keine Einwirkung Statt. Oeffnet man aber die Flasche, so verbrennt das Gas mit einem Knall, ohne daß die Flasche zersprengt wird; das Phosphorwasserstoffgas kann sich in diesem Gase nicht entzünden, wohl aber in Berührung mit der atmosphärischen Luft; zur größern Vorsicht umgebe man die Flasche mit einem Handtuche.

Mit H verbrennt es mit Knall, wie Knallgas.

317 Man tauche einen glimmenden Spahn in eine Flasche mit NO; er entzündet sich und brennt darin fort wie in O. Eine glühende Kohle brennt darin mit vielem Glanze, ebenso Eisendraht, wie in O.

Man tauche schwach brennenden S hinein; er wird erlöschen, stark brennender aber brennt mit vielem Glanze mit gelbrother, rosenroth bebänderter Flamme.

P brennt ebenfalls mit weißem, sehr glänzendem Lichte, wenn er brennend hineingebracht wird, entzündet sich aber nicht darin, selbst nicht von brennenden Körpern berührt, da die Körper in NO eine stärkere Erwärmung brauchen, als im O, dagegen, einmal entzündet, weit lebhafter als in der atmosphärischen Luft brennen, da im gleichen Volumen beider im NO noch einmal so viel O enthalten ist, als in der atmosphärischen Luft.

Athmen Thiere oder Menschen NO ein, so empfinden sie einen angenehmen süßlichen Geschmack und verfallen in einen kurz dauernden, angenehmen Rausch, der, wenn das Gas rein war, ohne nachtheilige Folgen verschwindet; man hat deshalb das NO Lustgas genannt. Das Einathmen geschieht aus einem Beutel von Goldschlägerhaut mit Mundstück, nachdem man die Lunge soviel wie möglich von atmosphärischer Luft entleert hat. Gefährliche Folgen hat nur zu häufiges oder zu langes Einathmen; Thiere, in diesem Gase athmend, starben an zu lange dauerndem Rausche. Es wird vom Blute aufgelöst, das davon dunkler gefärbt wird, weshalb auch die Einathmenden an Lippen und Nägeln ein bläuliches Ansehen bekommen, und das Gesicht sich bleifarben färbt, während die Gesichtszüge den Ausdruck von Fröhlichkeit annehmen. 318

Das specif. Gewicht des NO = 1,527. Es wurde von Priestley 1772 entdeckt. Bei einem Drucke von 30 Atmosphären wird es tropfbar flüssig. 319

Das K entzieht dem NO in der Wärme den O und läßt ein gleiches Volumen reines N zurück. Diese Zersetzung geschieht in einem graduirten Glascylinder über Quecksilber. 320

Aufgabe 1: Wie kann man aus den bekannten specif. Gewichten der Bestandtheile die Zusammensetzung des NO finden? 321

Auflösung: Das specif. Gewicht eines Volumens . . . NO = 1,53
» » » eines gleichen Volumens N = 0,97
0,55.

Da nun das specif. Gewicht des O = 1,105, von dem die Hälfte = 0,55, so ist klar, daß der oben erhaltene Unterschied zwischen NO und N (sehr nahe) = der halben Dichtigkeit des O. Also besteht ein Volumen NO aus

1 Volumen N = 0,97
und aus $1/_2$ Volumen O = 0,55

1 Volumen NO = 1,52, welches nahezu das specif. Gewicht des NO. In 100 Gewichtsmengen NO ist also enthalten

$$1{,}52 : 0{,}97 = 100 : x$$
$$x = 63 \text{ N, also}$$
$$37 \text{ O.}$$

Aufgabe 2: Dieselbe für das Stickoxydgas!

Wie viel Gewichtsmengen N und O sind in 100 Thln. NO_5 enthalten?

Aufgabe 3: Wie viel Schwefelsäure SO_3, HO ist erforderlich, um 2 Pfund trocknen Salpeter zu zersetzen? Wie viel NO_5, HO, alle Verluste ungerechnet, und wie viel doppeltschwefelsaures Kali erhält man? (s. Nr. 278).

Auflösung: $KO = 589,3$ $SO_3 = 500$
$NO_5 = 675$ $HO = 112,48$

$KO, NO_5 = 1264,3$ $SO_3, HO = 612,48$
2

$2\,SO_3, HO = 1224,96$

$1264,3 : 1224,96 = 64$ Loth $: x$; $x = 62$ Loth SO_3, HO.

$NO_5 = 675$
$HO = 112,48$

$NO_5, HO = 787,48$; $1264,3 : 787,5 = 64 : x$;
$x = 39,8$ Loth $NO_5, HO = 64$ Procent von der gebrauchten Schwefelsäure.

$KO = 589,3$
$2\,SO_3 = 1000,0$
$HO = 112,5$

$KO, 2\,SO_3 + HO = 1701,8$; $1264,3 : 1701,8 = 64 : x$;
$x = 86$ Loth $KO, 2\,SO_3$ und HO.

Aufgabe 4: Dieselbe Aufgabe für die Zersetzung des Chilisalpeters!

Aufgabe 5: Wie viel Chilisalpeter und Schwefelsäure gebraucht man, um 3 Pfund NO_5, HO zu gewinnen?

Aufgabe 6: a. Wie viel reines Aetzkali, Kalihydrat, $= KO, HO$ hat man nöthig, um 2 Pfund NO_5, HO zu sättigen?
b. Wie viel Salpeter erhält man?

Auflösung: $KO = 589,3$. $NO_5 = 675,0$
$KO = 112,48$

$NO_5, HO = 787,48 = 787,5$.

100 NO_5 (trockene Salpetersäure) erfordern zur Sättigung eine Menge Basis, die 14,75 O enthält.

$\overset{O}{100} : \overset{KO}{589,3} = \overset{O}{14,75} : \overset{KO}{x}$; $x = 86,9$ Pfund wasserleeres KO sind nöthig, um 100 Pfund trockene NO_5 zu sättigen; wie viel, um 2 Pfund Salpetersäurehydrat zu sättigen?

$787,5 : 675 = 64 : x$; $x = 54,9$ Loth trockner NO_5 sind in 2 Pfund Salpetersäurehydrat enthalten; also

$100 : 86,9 = 54,9 : x$; $x = 47,7$ Loth wasserleeres KO sind erforderlich, um 2 Pfund NO_5, HO zu sättigen.

Das Kali kommt aber nur als Kalihydrat vor $= KO, HO$, also ist noch 1 Atom Wasser hinzuzurechnen.

589,3 $589,3 : 701,3 = 47,7 : x$; $x = 57$ Loth Kalihydrat.
112,48

701,5.

Da Salpeter wasserleer krystallisirt, so haben wir also

47,7 Loth KO
54,9 » NO_5

102,6 Loth = 3 Pfund und 6 3/5 Loth Salpeter.

Aufgabe 7: Wie viel Loth Stickoxydgas gewinnt man aus 20 Loth $NO_5, 4HO$, und wie viel Cu ist dazu erforderlich? Wie viel Kubikfuß NO_2? Wie viel $CuO, NO_5 + 3HO$, und wie viel Zehn-Unzenfläschchen voll NO_2 erhält man?

Aufgabe 8: Wie viel Kubikfuß NO erhält man aus 10 Loth NH_4O, NO_5?

Fragen und Aufgaben zu schriftlicher Bearbeitung.

a. Eigenschaften der Salpetersäure! — b. Aufzählung ihrer Hydrate! — c. Durch welche Eigenschaft wird die NO_5 ein gutes Oxydationsmittel? — Beispiele! — d. Woher kommt es, daß concentrirte NO_5 auf manche Metalle nicht wirkt, dagegen sehr kräftig in verdünntem Zustande? — e. Woher der Name »Scheidewasser«? — f. Welche Verschiedenheit zeigt sich in dem Verhalten der NO_5, wenn sie auf Metalle, oder auf Metalloxyde einwirkt? — g. Wie wirkt sie auf organische Körper ein? — h. Wie wird NO_5 in den Gewerben angewandt? — i. Was ist Constitutionswasser? — k. Was nennt man Sättigungscapacität einer Säure? — l. Eigenschaften des Stickoxydgases! — m. Warum erlischt eine schwachglühende Kohle in diesem Gase, während eine starkglühende lebhaft fortbrennt? — n. In welcher Flüssigkeit löst sich diese Säure mit Leichtigkeit? — o. Eigenschaften des Stickoxyduls! — p. Warum entzündet sich P, mit einem brennenden Körper berührt, nicht in diesem Gase? — q. Warum bekommen Menschen, die dieses Gas einathmen, eine bleich-bläuliche Gesichtsfarbe?

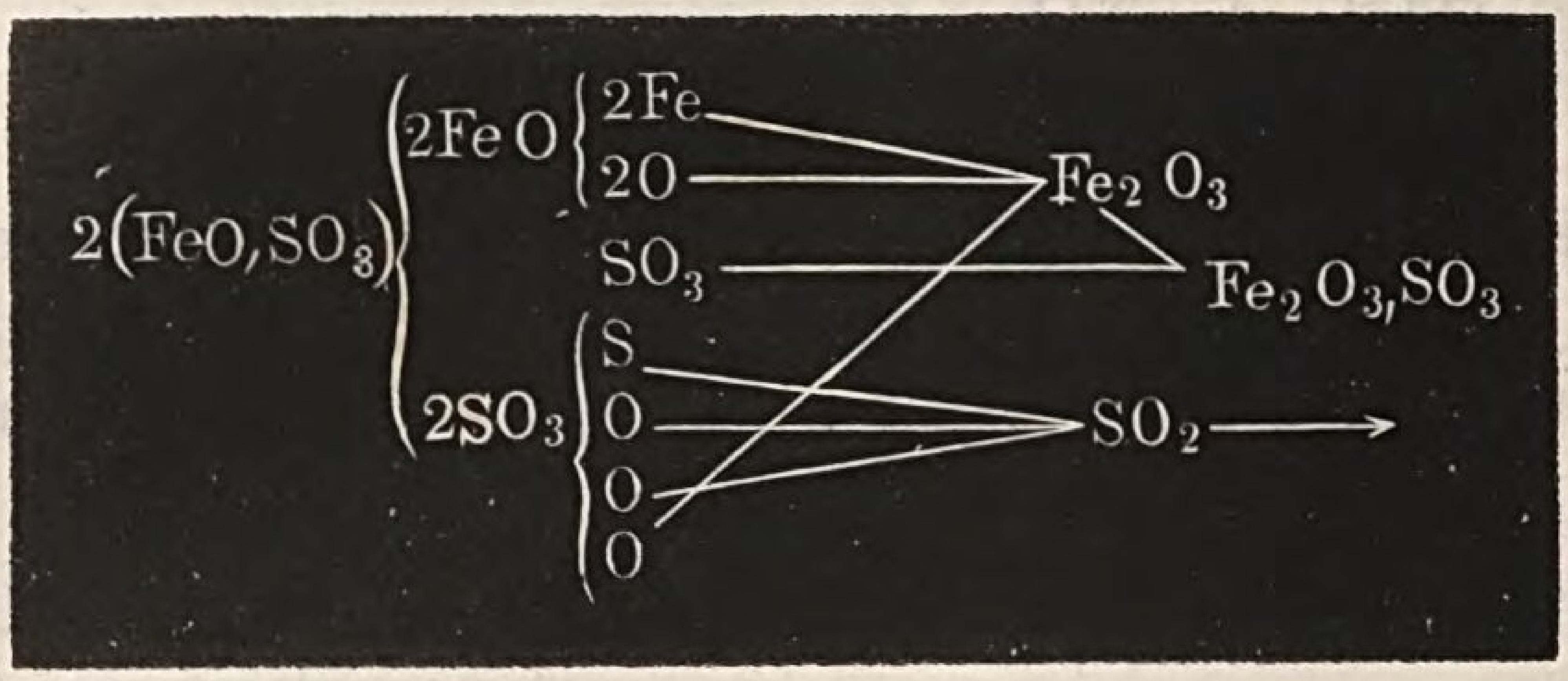
B. Die Säuren des Schwefels.

1. Die Schwefelsäure, Monothionsäure, SO_3.

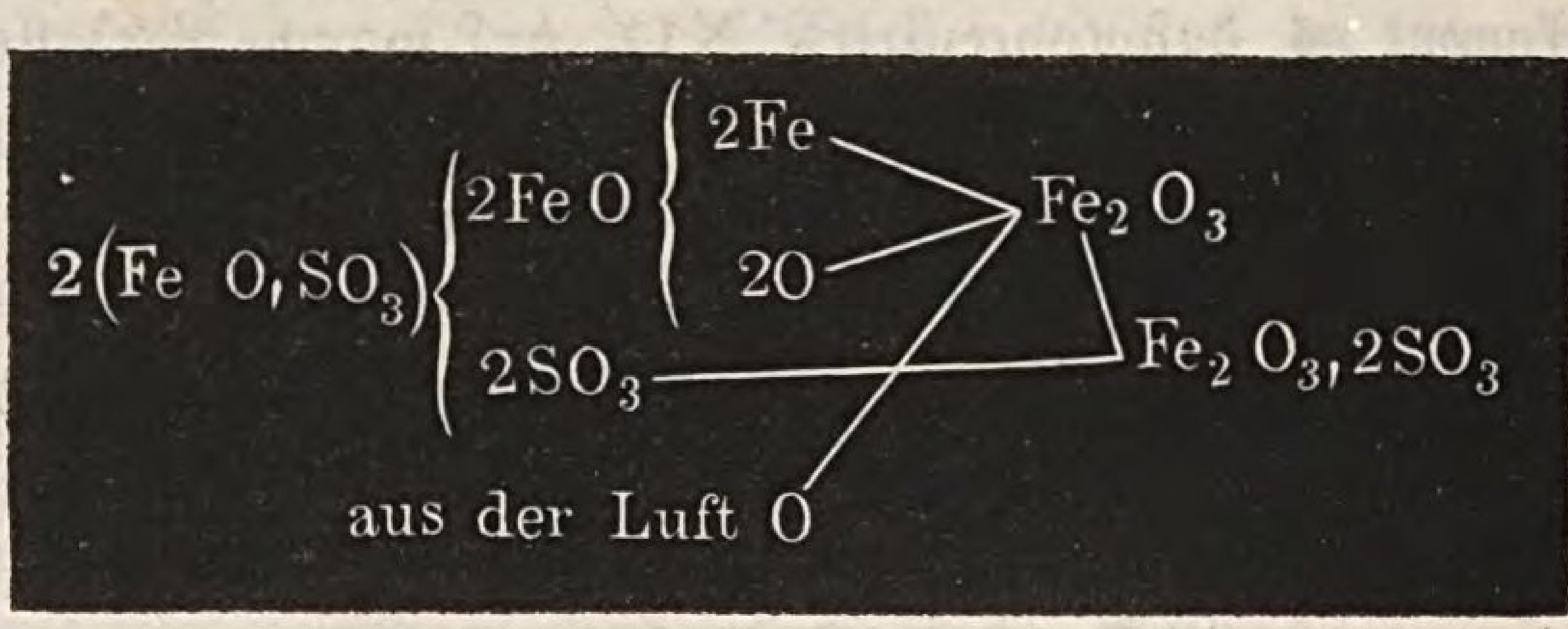
Man lege in eine an beiden Enden offene, horizontal gehaltene Glasröhre 322
etwas Eisenvitriol (schwefelsaures Eisenoxydul = $FeO, SO_3 + 7HO$, was wir als Rückstand von der Wasserstoffgasentwickelung aus Eisen und verdünnter Schwefelsäure erhielten), und erhitze die Stelle der Röhre, wo das Salz liegt, durch eine Spirituslampe. Bald bemerkt man, daß sich in der Röhre feine klare Tröpfchen ansetzen; es ist Wasser, welches das Salz durch das Erhitzen verliert, und zwar 6 Atome; das siebente Atom Wasser entläßt es nur bei der Zersetzung.

Dann wird das grüne Salz weiß, und endlich rothbraun, indem sich zugleich das Entweichen von schwefliger Säure durch den Geruch (nach brennendem Schwefel) und durch Lackmuspapier, welches man dem Ende der Röhre nähert, zu erkennen giebt. Das Eisenoxydul ist nun in Eisenoxyd übergegangen, indem es der Hälfte der Schwefelsäure O entzieht, wodurch SO_2 entsteht,

die entweicht. Das Fe nimmt noch halb so viel O auf, als es schon enthält, und es bildet sich basisch-schwefelsaures Eisenoxyd, Fe_2O_3, SO_3



Bei ganz gelindem Erwärmen des Eisenvitriols, schon bei bloßem Liegen in warmen Räumen, tritt diese Umwandlung des Eisenoxyduls in Eisenoxyd ein, wobei es 1 Atom O aus der Luft aufnimmt, ohne daß eine Zersetzung der SO_3 stattfindet; es entsteht dann ein saures schwefelsaures Eisenoxyd:



323 Den chemischen Vorgang, in dem durch Hitze ein Salz, oder ein Oxyd, oder Erz von flüchtigen Bestandtheilen befreit, oder ein Metall, oder Oxyd durch den Sauerstoff der Luft höher oxydirt werden soll, nennt man Calcination, Röstung.

324 Von dem so erhaltenen rothbraunen Oxydsalze lege man in eine an einer Seite geschlossene Röhre, ziehe sie vor der Lampe an der offenen Seite aus, und biege die Spitze abwärts. Erhitzt man nun stark, etwa mit der Lampe mit doppeltem Luftzuge, indem man die Spitze in eine kleine Flasche einführt, so sieht man Röhre und Fläschchen bald mit weißen Dämpfen sich füllen, und dann schwärzliche Tropfen aus der Spitze treten, die sich im Fläschchen ansammeln; in der Röhre bleibt rothes Eisenoxyd. Ein Tropfen dieser Flüssigkeit röthet Lackmuspapier stark. Sie ist Schwefelsäure, aber nicht die gewöhnliche, die wir schon mehrmals gebraucht haben, und die wir als englische Schwefelsäure bald näher kennen lernen werden, sondern Vitriolöl, so genannt, weil sie aus dem Vitriol, schwefelsaurem Eisenoxydul, gemacht wird. Man nennt sie auch rauchende Schwefelsäure, weil sie raucht, und Nordhäuser Schwefelsäure, weil die Stadt Nordhausen in der preußischen Provinz Sachsen seit sehr langer Zeit diese Säure lieferte.

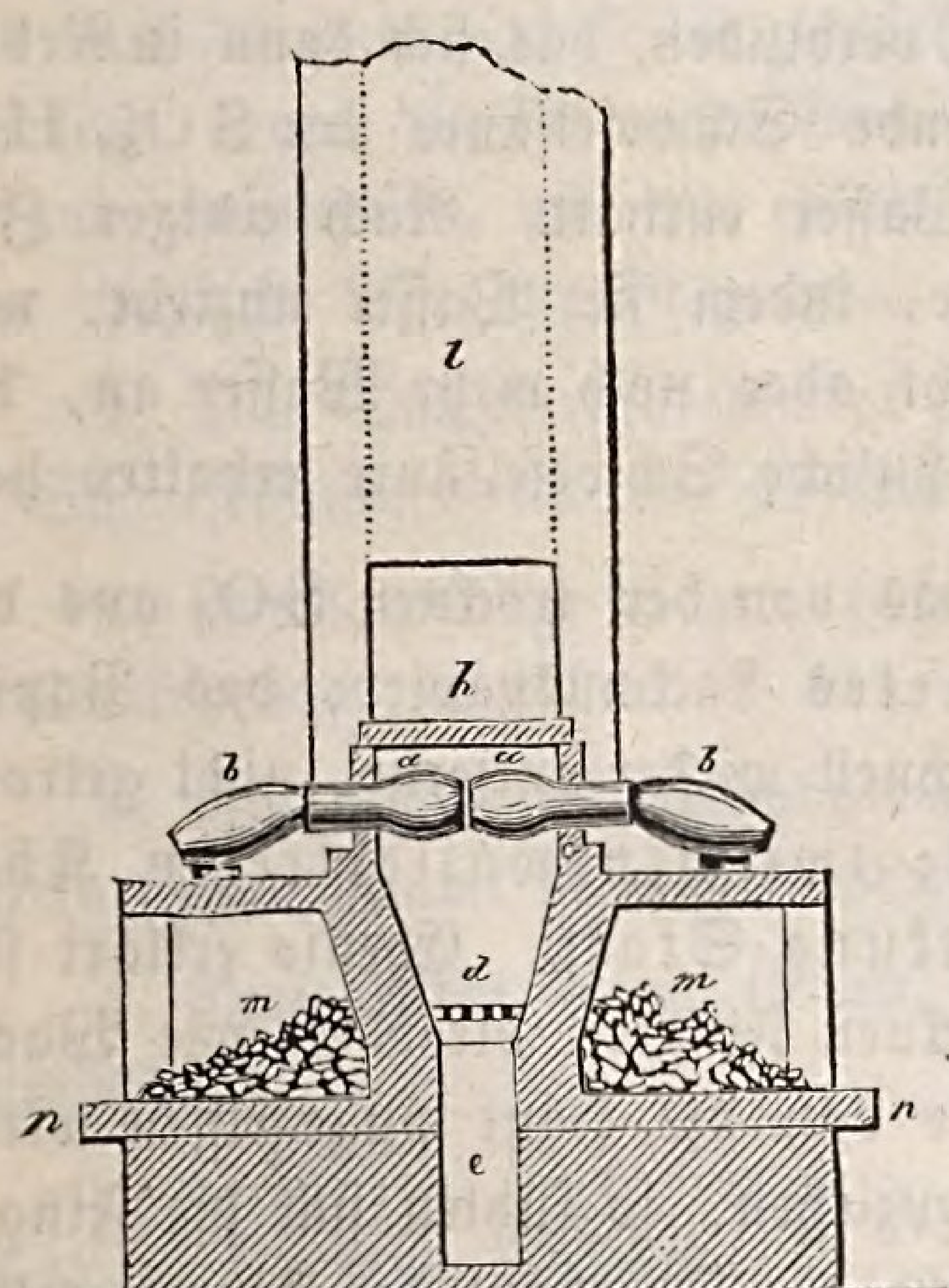
325 Träufelt man einige Tropfen einer Chlorbariumlösung (s. Nr. 290) in Wasser, das man mit der erhaltenen Säure versetzt hat, so zeigt die eintretende Trübung die Gegenwart von Schwefelsäure an.

Die Gewinnung der rauchenden Schwefelsäure geschieht im Großen ganz 326
so, wie wir es im Kleinen dargestellt haben.

Schwefelbrände, Fe S, die Rückstände von der Abtreibung des Schwefels aus dem Schwefelkies, werden lange der Luft, dem Regen ausgesetzt oder begossen, wodurch sich durch Oxydation des Schwefels auf Kosten des O der Luft schwefelsaures Eisenoxydul bildet, das sich in Wasser löst und nach und nach schwefelsaures Eisenoxyd in brauner Lösung liefert, die bis zum Erstarren in Bleipfannen eingedampft und dann als feste Klumpen in Oefen geröstet wird. Nimmt man Eisenvitriol zur Bereitung der SO_3, so wird es erst in Calciniröfen erhitzt, und, wie oben angegeben, größtentheils in schwefelsaures Eisenoxyd umgewandelt.

Die Zersetzung geschieht in einem gewölbten sogenannten Galeerenofen, Fig. 36, wo eine Holzfeuerung die Zersetzungsgefäße erhitzt, thönerne Krüge, *a*, *a*, die in zwei oder drei Reihen übereinander zu beiden Längsseiten des Ofens liegen, so daß die Mündungen herausragen; in thönerne Vorlagen, *b*, *b*, die in die Krüge hineingeschoben und verkittet werden, geschieht die Destillation. Dieser Krüge sind etwa 120 eingelegt; *d* ist der Feuerraum, der sich durch den ganzen Ofen nach dem Kamin *l* erstreckt; *e* der Aschenfall; *m*, *m* sind Calcinirräume, in denen auf der heißen Sohle der Vitriol geröstet wird. Jeder Krug wird mit 2 bis $2\frac{1}{2}$ Pfund gerösteten Vitriols beschickt, dann gefeuert, bis weiße Nebel die beginnende Zersetzung des Salzes anzeigen, wo dann die Vorlagen, jede mit 2 Loth Regenwasser (oder mit englischer Schwefelsäure) beschickt, vorgelegt und angekittet werden. Haben die Krüge eine Zeitlang weiß geglüht und entwickelt sich keine Säure mehr, so werden die Vorlagen abgenommen, die Krüge neu beschickt, und wieder gefeuert. Erst nach viermaligem Abtreiben ist die gewonnene Säure so stark, wie sie im Handel vorkommt; man erhält bis 50 Procent vom wasserleeren Vitriol. Sie wird in steinernen Krügen mit Schraubenstöpseln versandt, die man mit Schwefel verkittet. Der Rückstand in den Retorten ist Eisenoxyd, Colcothar (caput mortuum) genannt, der eine gute Anstrichfarbe liefert.

Fig. 36.



Die so gewonnene rauchende Schwefelsäure ist eine gewöhnlich braun ge- 327
färbte, ölartige Flüssigkeit, die an der feuchten Luft weiße Nebel bildet, und ein specif. Gewicht = 1,9 hat.

Man gebe in eine kleine Retorte im Sandbade recht stark rauchende 328
Schwefelsäure und lege eine ganz trockne Vorlage oder Flasche vor, die man

am besten mit Schnee oder auch mit ganz kaltem Wasser in einem Gefäße umgiebt; wenn man nun gelinde erhitzt, so sieht man einen weißen Rauch in die Vorlage sich senken, der sich zu langen, feinen, weißen, glänzenden, zähen Nadeln und Warzen condensirt, die große Aehnlichkeit mit Asbest haben; es ist wasserfreie oder trockne SO_3. Die Säure, die in der Retorte zurückgeblieben ist, raucht nicht mehr und ist jetzt Schwefelsäure geworden mit 1 Atom Wasser, das aus dem calcinirten Vitriol nur bei Zersetzung frei wird, $= SO_3, HO$, Einfach-Schwefelsäurehydrat.

329 Man nehme etwas Säure heraus und lege sie in ein trocknes Gläschen; sie bildet dann dicke weiße Nebel, die stechend sauer riechen. Die wasserfreie SO_3 ist das, was in der rauchenden Schwefelsäure das Rauchen bedingt; sie hat bei gewöhnlicher Temperatur ein bedeutendes Streben, sich zu verflüchtigen, das Einfach-Schwefelsäurehydrat hat aber kein solches Streben, woher es kommt, daß diese Schwefelsäure reichlich Dämpfe entwickelt, die mit der Feuchtigkeit der Luft sich augenblicklich zu SO_3, HO verbinden, das sich dann in Nebelform niederschlägt. Es ist also die rauchende Schwefelsäure $= SO_3, HO + SO_3 = 2 SO_3, HO$, die 10 Proc. Wasser enthält. Nach einiger Zeit zerfließt die herausgenommene trockne Säure, indem sie Wasser anzieht, und wird zu rauchender Schwefelsäure; diese zieht aber noch mehr Wasser an, bis endlich das Rauchen aufhört und man gewöhnliche Schwefelsäure erhalten hat.

330 Man nehme mit trocknen Fingern etwas von der trocknen SO_3 aus der Vorlage und drücke sie rasch auf getrocknetes Lackmuspapier; das Papier wird nicht geröthet, wenn man die Säure schnell wieder entfernt, nicht getrocknetes Lackmuspapier wird hingegen geröthet; zwischen wasserfreien Körpern findet selten eine chemische Wirkung Statt. Ebenso erklärt sich die Erscheinung, daß man zwischen den trocknen Fingern die SO_3 wie Wachs kneten kann, wenn man rasch verfährt, ohne daß die Haut angegriffen wird; giebt man aber der Säure Zeit, Wasser anzuziehen, so fühlen sich die Finger schlüpfrig an, weil die Säure die Oberfläche der Oberhaut der Finger gelöst und sie glatt gemacht hat.

331 Man lege etwas trockne SO_3 in ein Gläschen und werfe ein Stückchen abgetrockneten P darauf; der P entzündet sich nach einigen Augenblicken und verbrennt auf Kosten des O der SO_3 mit dickem Rauch, PO_5, indem sich S auf der Innenseite des Gläschens absetzt.

332 Man werfe eine kleine Menge trockne SO_3 in Wasser; die Säure löst sich mit einem Zischen darin auf, als wenn man ein glühendes Eisen eingetaucht hätte, wobei eine bedeutende Erwärmung des Wassers eintritt; ein Theil des Wassers wird in Dampf verwandelt, gleich aber wieder verdichtet, welche schnelle Dampfbildung und Dampfverdichtung eben dies Zischen hervorbringt. Bei einer kleinen Menge Wasser kann man der Hand diese Erwärmung bemerklich machen.

333 Läßt man einen Tropfen Wasser in ein Fläschchen mit trockner SO_3 fallen, so findet eine Explosion mit Lichtentwickelung Statt: das Fläschchen

wird in Folge der raschen Dampfbildung zertrümmert, ein Experiment, das man natürlich nur mit großer Vorsicht anstellen darf.

Giebt man in gewöhnliche Schwefelsäure trockne Schwefelsäure, so wird 334
sie dadurch rauchend; man hat angefangen, bei der Destillation des Vitriols die Dämpfe statt in wenig Wasser in gewöhnliche Schwefelsäure zu leiten, wodurch man aber nur durch gewöhnliche Schwefelsäure verdünnte rauchende erhält.

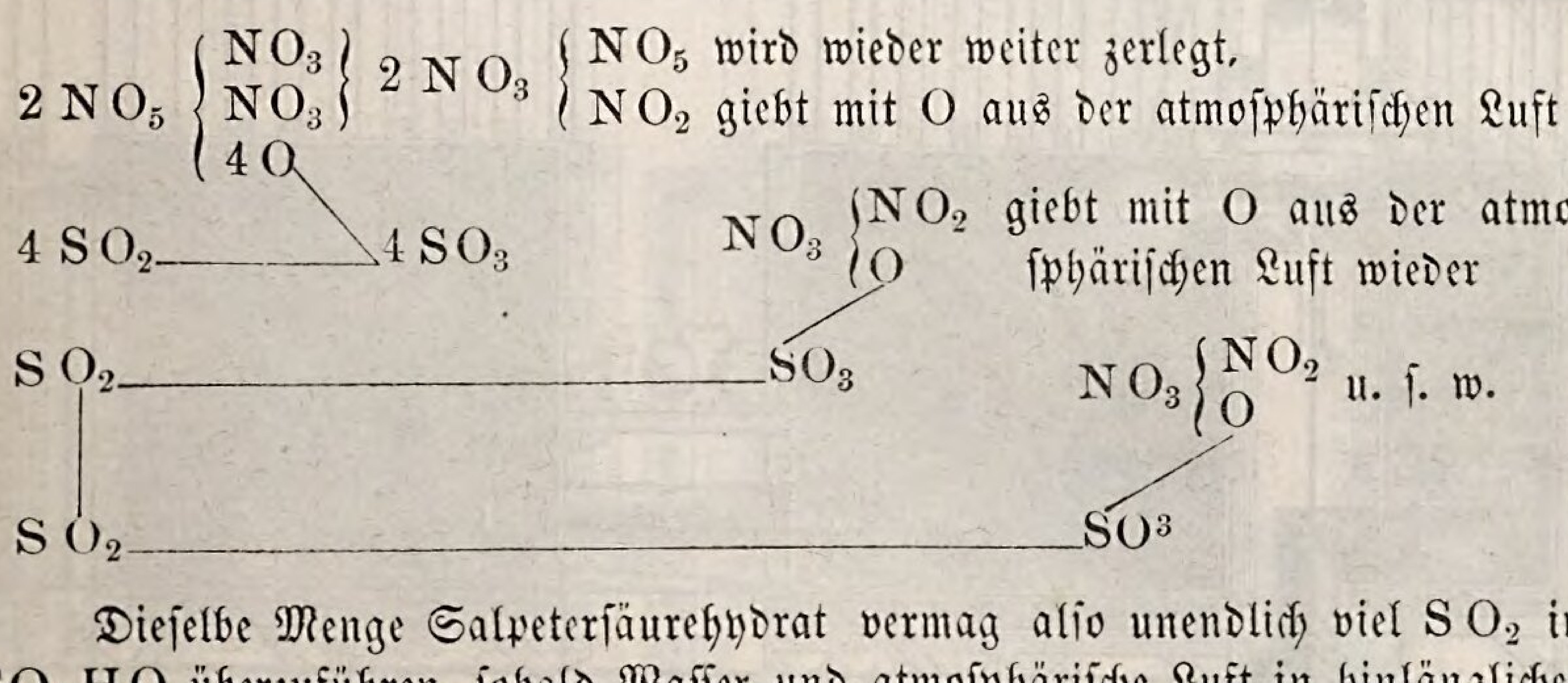
In einer etwas weiten Flasche, deren Boden und Wände mit Wasser 335
benetzt sind, verbrenne man S, etwa auf dem Löffelchen, das wir beim O kennen gelernt haben, bis die blaue Flamme erlischt; die Flasche erfüllt sich mit einem weißen Dampfe, mit SO_2. Taucht man dann einen mit starker Salpetersäure getränkten Spahn in die Flasche, so bilden sich um den Spahn rothgelbe Dämpfe, salpetrige Säure, NO_3. Die SO_2 entzieht nämlich der NO_5 nach und nach O und wird selbst zu Schwefelsäure, die in dem Wasser der Flasche sich löst. Durch Chlorbarium kann man dann leicht die Gegenwart von Schwefelsäure nachweisen, wie wir es bei der rauchenden Schwefelsäure gethan haben. Der chemische Vorgang ist genauer folgender:

1. Das Salpetersäurehydrat giebt der schwefligen Säure O und macht sie zu Schwefelsäurehydrat; die Salpetersäure wird salpetrige Säure.

2. Die salpetrige Säure zerfällt mit Wasser in Salpetersäurehydrat und in Stickoxydgas.

3. Das Salpetersäurehydrat wirkt wieder auf die schweflige Säure, das Stickoxydgas nimmt O aus der Luft und wird salpetrige Säure.

4. Diese giebt ihren O an die schweflige Säure und macht Schwefelsäurehydrat.

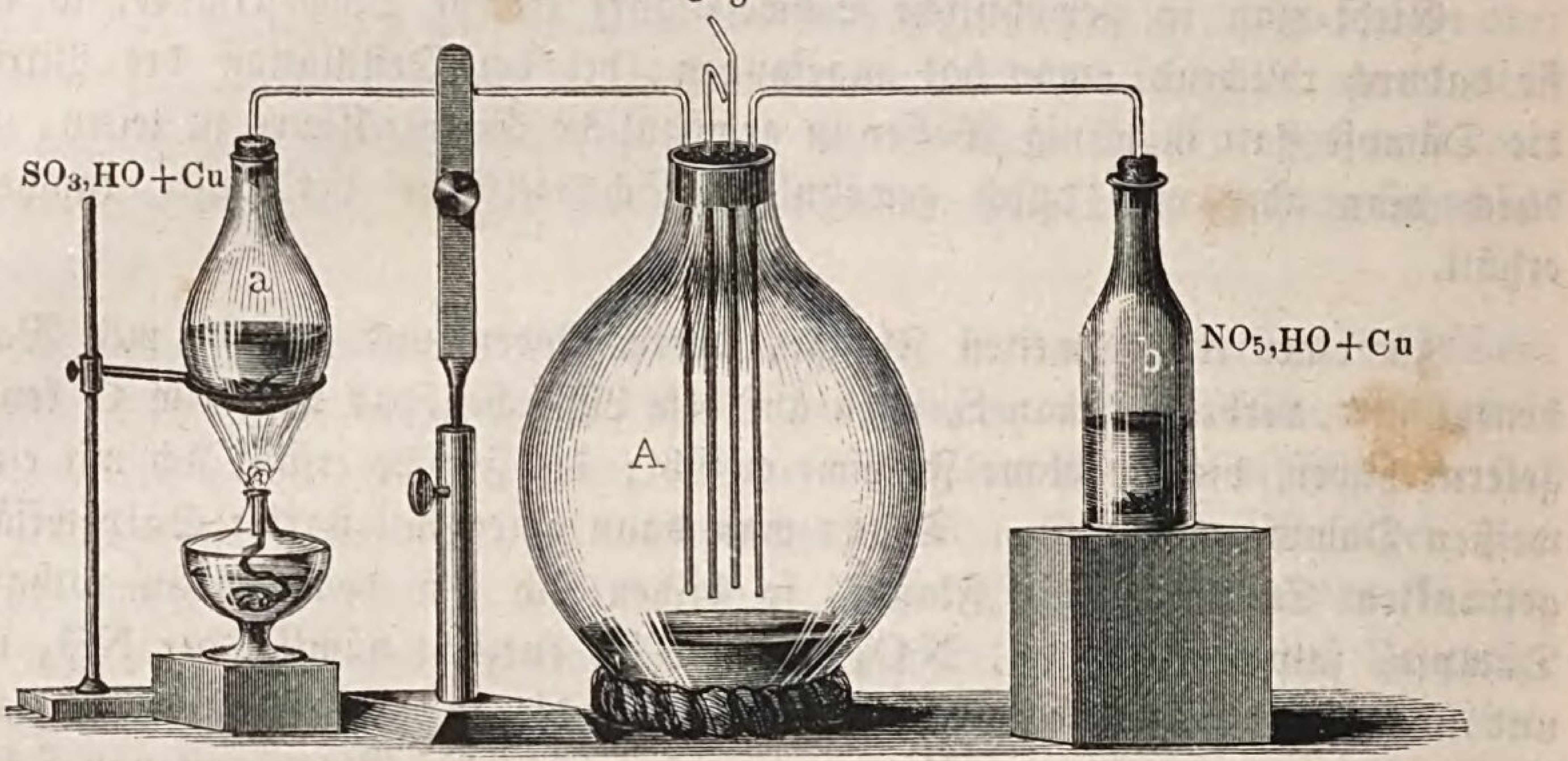


Dieselbe Menge Salpetersäurehydrat vermag also unendlich viel SO_2 in SO_3HO überzuführen, sobald Wasser und atmosphärische Luft in hinlänglicher Menge vorhanden sind, indem das gebildete NO_2 sich immer zu NO_3 oxydirt, das seinen O an die SO_2 abgiebt, wieder neuen O aus der Luft nimmt, dieses an die SO_2 abgiebt ɾc.

Einen deutlichen Einblick gewährt auch folgender Apparat, Fig. 37 (a. f. S.). 336
Man nehme eine recht große und weite Flasche *A*, die etwas Wasser enthält

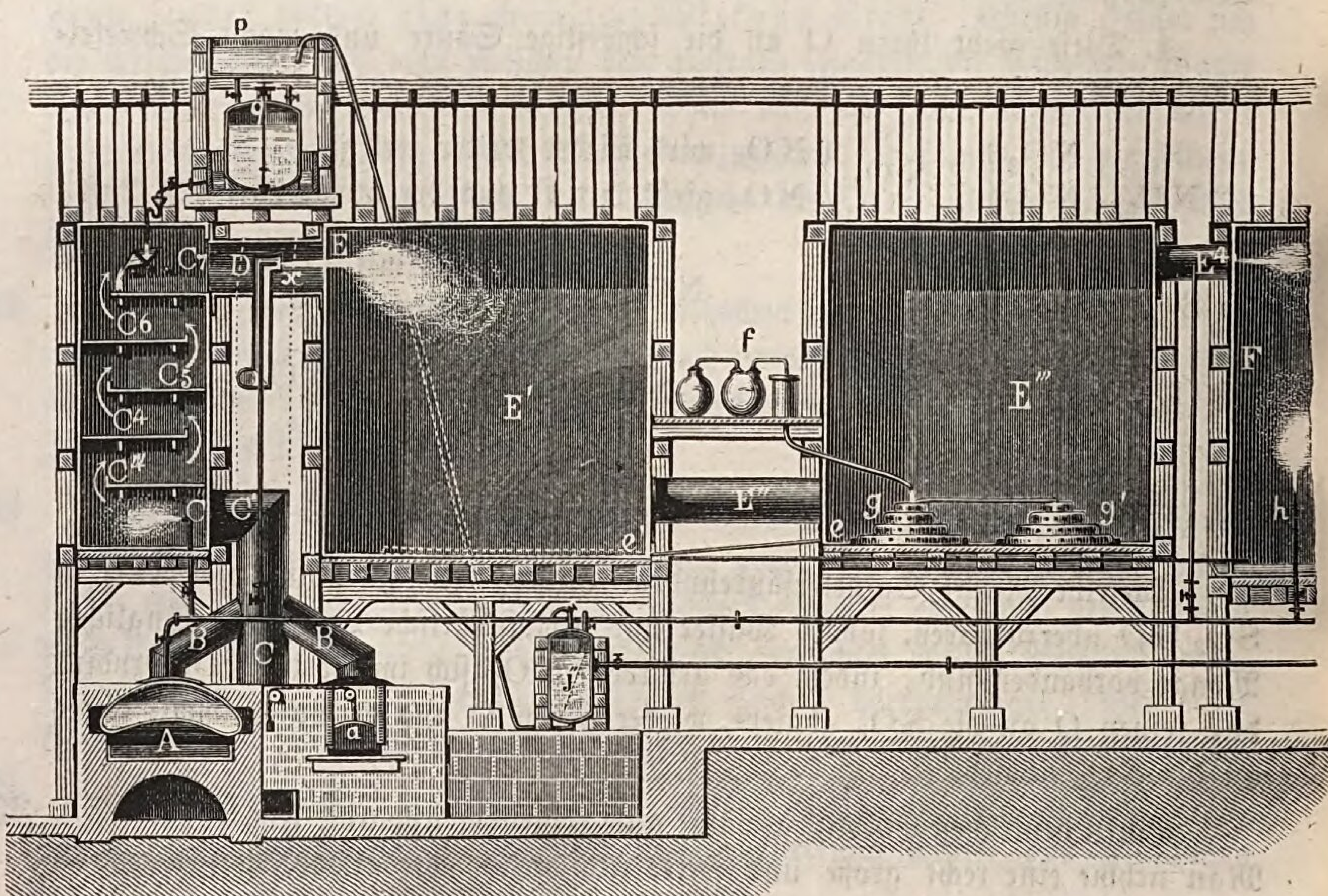
und deren Stöpsel man vierfach durchbohrt, und leite aus zwei Kölbchen *a* und *b* (*b* kann auch eine Flasche sein) Röhren in dieselbe. Im Kölbchen *a* sind

Fig. 37.



Kupferstücke und Schwefelsäure, die erwärmt werden, wodurch sich, wie wir bald sehen werden, SO_2 entwickelt, welche in *A* eintritt; in *b* sind Kupferstücke und Salpetersäure, aus welcher sich NO_2 entwickelt. Durch die zwei anderen Löcher im Stöpsel gehen unten und oben offene Röhren, um den Luftwechsel zu befördern. Sobald die SO_2 sich entwickelt, gießt man in *b* die Salpetersäure ein. Es bildet sich bald in *A* SO_3, HO, indem NO_2 sich zu NO_3 oxydirt auf Kosten der atmosphärischen Luft, die SO_2 bemächtigt sich dieses O und wird SO_3.

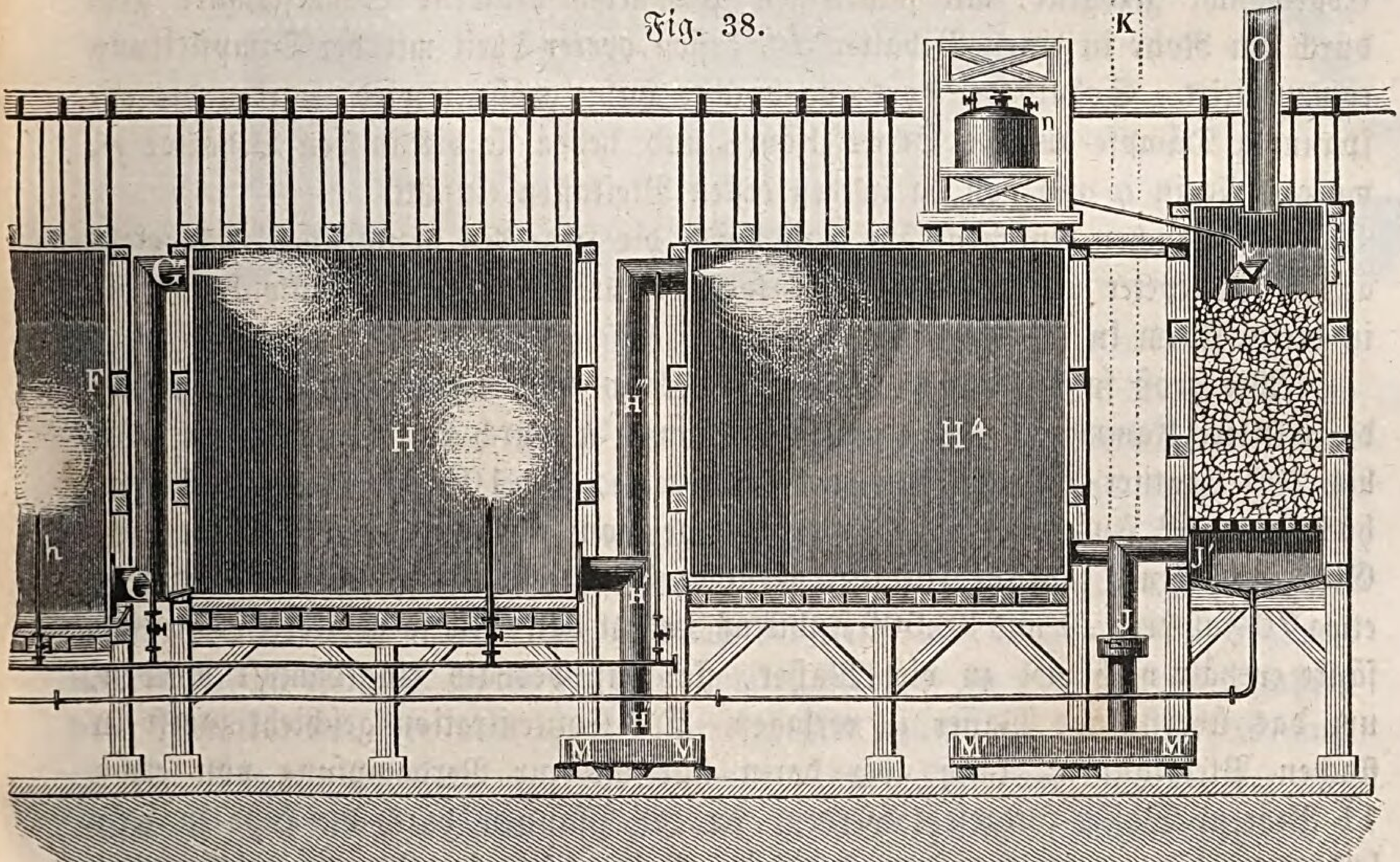
Fig. 38.



Die fabrikmäßige Bereitung der gewöhnlichen Schwefelsäure, der englischen 337
Schwefelsäure (so genannt, weil zuerst in England von **Roebuck** in Birmingham eine solche Fabrik angelegt wurde), geschieht in großen, mit einander verbundenen Behältern, von Bleiplatten gebaut und durch Balken und Zimmerwerk gestützt. Schwefel oder Schwefelkies wird in Oefen verbrannt, die erzeugte SO_2 tritt nebst atmosphärischer Luft in eine kleine Kammer, von da in eine größere, wohin die Salpetersäure ununterbrochen von Außen einfließt, die, von dem warmen Gasstrom getroffen, verdampft und dann auf oben angegebene Art sich zersetzt. Die Gase gehen durch mehrere große Kammern, in welche Strahlen von Wasserdampf treten, der sich aus einem durch den brennenden Schwefel selbst geheizten Kessel entwickelt.

Fig. 38 zeigt den Apparat zur Erzeugung der englischen Schwefelsäure. *A* ist der Dampfkessel, daneben ein zweiter Ofen, dessen Schieberthür *a*. Unter dem Kessel wird Schwefel zu SO_2 verbrannt, indem der brennende Schwefel das Wasser im Kessel zu starkem Kochen und zur Entwickelung eines zu mehreren Atmosphären Druck gespannten Dampfes erhitzt, der durch Röhren überall in die Kammern einströmt. Die SO_2 mit atmosphärischer Luft gemengt tritt zuerst durch die Röhren *B, B, C C'*, die des Zuges wegen eine Höhe von wohl 30 Fuß haben müssen, in den Bleikasten, in dem kleine Bleiplatten C^3, C^4 ... angebracht sind, auf welche concentrirte, mit salpetrigen Producten stark beladene Schwefelsäure, dünn verbreitet, aus dem Behälter *q* herabfließt. Durch einen Theil der salpetrigen Producte wird die SO_2 zu SO_3 oxydirt, die sich auf dem Boden sammelt, zum Theil mischen sie sich mit den eintretenden Gasen, die durch das gußeiserne Rohr *DE* in die erste Kammer *E'* gelangen; gleich-

Fig. 38.



zeitig tritt Wasserdampf ein bei *x*. Durch das Rohr *E''* gelangen die Gase in die zweite Kammer *E'''*, wo sie auf einen Strom von Salpetersäure treffen, die aus Behältern *f* außerhalb der Kammer durch eine Röhre auf einer Art Treppe von Steingut *gg'* dünn verbreitet herabrinnt und zersetzt wird. Die gebildete Schwefelsäure, die noch sehr reich an salpetrigen Producten ist, ergießt sich durch das Rohr *ee'* in die Kammer *E'*, deren Boden deshalb tiefer liegt als *E'''*, wo sie nochmals der Einwirkung der SO_2 ausgesetzt wird. Durch E^4 treten die Gase in die große Kammer *F*, — in der Abbildung abgebrochen gezeichnet, — in der hauptsächlich die Einwirkung der Gase auf einander stattfindet; drei oder mehr Röhren strömen gespannte Wasserdämpfe in diese Kammer aus. Die gebildete Säure sammelt sich auf dem Boden an, wohin auch die in *E'* gebildete Säure durch eine Röhre geleitet wird, und zwar so, daß sie 4 bis 6 Fuß hoch fällt, wodurch die Flüssigkeit in *F* in Bewegung gehalten wird, und so besser die Einwirkung der Gase gestattet. In den Kammern *H* und H^4 kühlen die Gase und die dampfförmige Schwefelsäure sich ab; um aus *H* in H^4 zu gelangen, durchstreichen sie den durch kaltes Wasser abgekühlten Bleikasten *MM* durch die Röhre *H'*, H^2, H^3; aus der Kammer H^4 durchziehen sie wieder einen Bleikasten *M'M'*, wo sie noch alles Condensirbare absetzen. Aus *M'M'* gelangen sie durch das Rohr *J* in den Kasten *J'*, der eine hohe Schicht großer Coaksstücke, durch einen Siebboden getragen, enthält, durch welche die salpetrigen Gase ziehen und einem Strome concentrirter Schwefelsäure begegnen, die man aus dem Behälter *n* einfallen läßt, der die Gase absorbirt. Die noch nicht absorbirten Gase, sowie der Stickstoff der Luft, entweichen endlich durch das Rohr *O*. Die aus *n* eingefallene und durch die Coaksschicht gezogene, mit salpetrigen Producten beladene Schwefelsäure geht durch ein Rohr in einen Behälter *J''*, dessen oberer Theil mit der Dampfleitung communicirt. Sobald der dort angebrachte Hahn geöffnet wird, wirken die gespannten Dämpfe auf die Schwefelsäure und heben sie bis in den Behälter *p*, woraus sie in *q* und von da in den ersten Bleikasten einfällt.

In manchen Anlagen läßt man durch die Hitze des brennenden Schwefels aus Chilisalpeter und Schwefelsäure salpetersaure Dämpfe sich entwickeln, die in dieser Form in die Kammern treten.

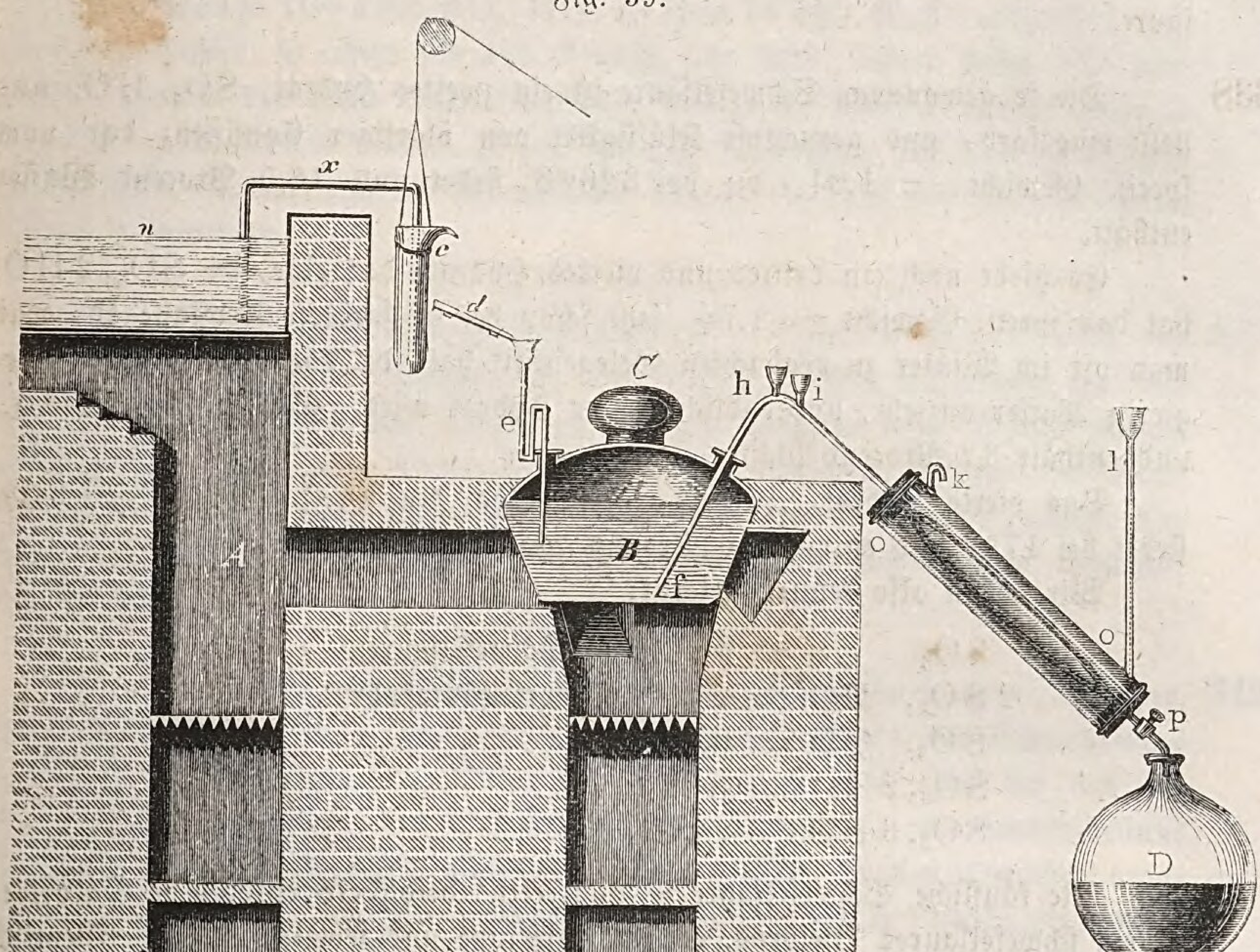
Wie groß solche Anlagen meist sind, kann man daraus entnehmen, daß die mittlere Kammer *F* bei einer Einrichtung, wodurch in 24 Stunden 150 bis 200 Centner Schwefelsäure gewonnen wird, oft 100 Fuß lang, 26 Fuß hoch und 52 Fuß breit ist. Die Anlage von Tennant in der Nähe von Glasgow erzeugt jährlich 160,000 Centner Säure in 20 Kammern, deren jede etwa 70 Fuß lang ist und 38,000 Kubikfuß Inhalt hat. Die so gebildete Schwefelsäure enthält noch viel zu viel Wasser, sie muß deshalb eingedampft werden, um das überflüssige Wasser zu verjagen. Die Concentration geschieht zuerst in flachen Bleipfannen, kann aber darin nur bis zur Verdampfung von etwa 11 Procent Wasser fortgesetzt werden, da die Pfannen durch die Hitze zu sehr leiden würden; zugleich gehen salpetrige Producte fort. Von da gelangt die Säure in einen Kessel (Blase) von Platin; früher wandte man große Glas-

gefäße an, der große Verlust aber durch Brechen hat es herbeigeführt, daß man jetzt fast allgemein trotz der Höhe des Anlagecapitals — ein Kessel von 20 Centner Inhalt kostet an 15,000 Thlr. — Platinblasen anwendet.

Aus der Bleipfanne *n* (Fig. 39) wird die kochend heiße Schwefelsäure durch den Platinheber *x* auf folgende sinnreiche Weise in die Platinblase *B* geschafft.

Der Heber bleibt stets gefüllt, indem ein mit concentrirter Schwefelsäure gefülltes Gefäß *c* den sonst freien Schenkel des Hebers umgiebt; wird nun *c* her-

Fig. 39.



abgelassen, bis der Schnabel desselben die Rinne *d* berührt, so wird die Säure in den Sicherheitstrichter *e* und in die Blase *B* fließen, da nun der eine Schenkel von *x* verlängert ist. In *B* wird die Säure weiter concentrirt; durch das gewundene Bleirohr *C* wird das dampfförmige Wasser, das immer etwas Säure enthält, in schwache Säure geleitet.

Hat die Säure den Concentrationspunkt der käuflichen Schwefelsäure erreicht, so läßt man sie nicht in der Blase erkalten, um sie in gläserne Ballons überfüllen zu können, worin sie transportirt wird, — es würde dies Verfahren dem Fabrikanten, der den theuren Platinkessel ununterbrochen benutzen muß, zu viel Verlust bringen, — sondern man bedient sich eines Hebers, der von einem Kühlapparate umgeben ist, wie wir ihn schon haben kennen lernen.

Der Platinheber *fp*, der sich innerhalb des Kühlraums *oo* in mehrere Röhren theilt, wird bei *p* durch den Hahn geschlossen, durch die Trichter *h* und *i*, mit

Kegelventilen versehen, gefüllt, bis Säure in die Blase zurückläuft, und dann der Hahn *p* geöffnet, worauf der Heber läuft; bei *l* fließt kaltes Wasser zu, bei *k* das warm gewordene ab. Durch dies Verfahren hat sich die Säure so weit abgekühlt, daß sie unmittelbar in die Glasballons *D* abgelassen werden kann. Diese Gefäße werden mit Pfropfen von Steingut oder Glas geschlossen, welche man durch darüber gegossenen geschmolzenen Schwefel befestigt, der noch durch übergewundenes Tuch vor dem Abstoßen gesichert wird; die Flaschen werden in Körbe verpackt und so versandt.

Man gewinnt aus 100 Pfund S an 320 Pfund concentrirte Schwefelsäure.

338 Die so gewonnene Schwefelsäure ist ein zweites Hydrat, SO_3, HO, und stellt eine farb- und geruchlose Flüssigkeit von ölartiger Consistenz dar vom specif. Gewicht = 1,84, die bei 326° C. siedet und 18,5 Procent Wasser enthält.

Es giebt noch ein drittes und viertes Hydrat; das eine, $= SO_3, 2HO$, hat das specif. Gewicht = 1,78, setzt schon bei 0° farblose Krystalle ab, was man oft im Winter zu beobachten Gelegenheit hat, da das zweite Hydrat begierig Wasser anzieht, und endlich drittes Hydrat wird. Es siedet bei 224° C., und enthält 32 Procent Wasser.

Das vierte Hydrat, $= SO_3, 3HO$, hat ein specif. Gewicht = 1,63 siedet bei 171° und enthält 40 Procent Wasser.

Wir haben also kennen gelernt:

SO_3 = wasserfreie Schwefelsäure.
$2SO_3, HO$ = erstes Schwefelsäurehydrat.
SO_3, HO = zweites »
$SO_3, 2HO$ = drittes »
$SO_3, 3HO$ = viertes »

Die käufliche Schwefelsäure ist nicht rein, besonders enthält sie Salpetersäure, schwefelsaures Bleioxyd, oft auch arsenige und selenige Säure. Chemisch reine Schwefelsäure wird durch Destillation aus der gewöhnlichen gewonnen.

339 Lasse concentrirte Schwefelsäure in einer offenen Flasche stehen; man bemerkt bald eine Zunahme des Volumens, was bei längerem Stehen bis zum zwei- bis dreifachen des ursprünglichen Volumens gehen kann. Die Schwefelsäure zieht begierig Wasser aus der Luft an und wird dadurch zu verdünnter Schwefelsäure. Wegen dieses Verhaltens gebraucht man wohl die SO_3, HO, um Luftarten zu trocknen, wenn sie irgend eine Einwirkung auf Chlorcalcium haben, dies also nicht gebraucht werden kann.

340 Man mische etwas Wasser mit SO_3, HO auf die Weise, daß man das Wasser durch einen Glasstab in eine wirbelnde Bewegung setzt, und die Säure in einem dünnen Strahl eingießt. Das Glas, worin die Mischung geschah, wird warm, wie man leicht mit der Hand fühlen kann. Mischt man 1 Volumen SO_3, HO mit 1 Volumen Wasser, so erhält man nicht ganz 2 Volumina;

die Mischung hat sich also zusammengezogen, und zwar so, daß 50 Thle. SO_3, HO und 50 Thle. HO nur 97 Thle. verdünnte Schwefelsäure geben. Dieser Zusammenziehung schrieb man die Entwickelung der Wärme ganz zu, nach dem Satze in der Physik, daß wenn ein Körper auf ein kleineres Volumen gebracht wird, Wärme frei wird. Die Erfahrung aber, daß gewisse Flüssigkeiten bei der Vermischung sich erwärmen und ein größeres Volumen einnehmen, als die Summe der Volumina, zeigt, daß die Quelle dieser Wärme wohl eher in der Entstehung einer chemischen Verbindung zu suchen ist, eines Hydrats, wobei ja immer Wärme frei wird.

Setzt man zu 100 Thln. SO_3, HO, die schon 18 Thle. Wasser enthalten, noch 14 Thle. Wasser, so erhitzt sich das Gemisch sehr stark, indem dann aus dem zweiten Hydrat das dritte Hydrat entsteht, das ja 32 Procent Wasser enthält. Gießt man Wasser zur Säure, so hat man zu befürchten, daß das Gefäß zersprengt wird, indem durch die frei werdende Wärme ein Theil des Wassers sich in Dampf verwandelt.

Man menge 1 Thl. Schnee oder Eis mit 4 Thln. SO_3, HO rasch untereinander; es steigt die Temperatur bis 100° C., indem die Säure das Eis oder den Schnee schnell zum Schmelzen bringt, vermöge ihrer Verwandtschaft zum Wasser, und dann dieses chemisch bindet, wodurch Wärme frei wird. Mengt man aber 1 Thl. Säure mit 4 Thln. Eis oder Schnee, so entsteht eine Kälte von 20 bis 25° C., indem der flüssig werdende Schnee dem Gemische Wärme entzieht. 341

Man tauche ein Stück Holz in concentrirte Schwefelsäure; es wird schwarz, wie verkohlt. Das Holz besteht größtentheils aus C, H, O, die Schwefelsäure veranlaßt eine theilweise Verbindung des H und O zu HO, das sich mit der Schwefelsäure verbindet, der C bildet mit dem H und O eine schwarzbraune Substanz, die das Holz wie verbrannt erscheinen läßt. Fallen Theilchen organischer Materie in die Säure, so färbt sie sich braun, indem dieselbe Kohlenbildung vor sich geht; kocht man eine so gefärbte Säure, so wird sie wieder farblos, indem, wie wir bei der SO_2 näher sehen werden, die gebildete Kohle sich auf Kosten der Schwefelsäure in SO_2 und CO_2, die entweicht, umsetzt, wie wir schon bei der Bereitung des Leuchtgases aus Schwefelsäure und Alkohol sahen, wo ja auch aus dem Alkohol ein kohlenartiger Körper sich absetzte. Diese Verbindungen sind aber in vielen Fällen nicht so einfach; so kann der eben angeführte schwarze Körper nicht durch Wasser von der Schwefelsäure befreit werden. Bauholz kann man durch Schwefelsäure verkohlen, um es gegen Fäulniß zu sichern. 342

Man mische in einem Glase 100 Thle. rohes Brennöl, Rüböl, mit 1 bis 2 Thln. concentrirter Schwefelsäure und rühre durcheinander. Das Oel nimmt eine braune Farbe an, und in Ruhe gelassen setzt es einen braunschwarzen Bodensatz ab; die Schwefelsäure hat den Schleim des Rüböls verkohlt, und das oben schwimmende Oel ist fast farblos, ist raffinirtes, gereinigtes Oel ge- 343

worden, was man noch mit Wasser zur Abscheidung der Säure wäscht. Auf diese Art wird in Fabriken das Oel durch Schwefelsäure in Bleibottichen gereinigt, dann gewaschen und filtrirt, wodurch es beim Brennen eine viel hellere Flamme liefert, und der Docht nicht so rasch verkohlt.

344 Wirkt concentrirte Schwefelsäure längere Zeit auf die Haut ein, so erzeugen sich Blasen und Geschwüre, indem die Haut von der Säure zerstört wird; verschluckt führt sie durch Zerstörung der Membranen der Speiseröhre und des Magens den Tod herbei.

Auf die Kleider gebracht zerstört sie das Gewebe, verwandelt es in einen mürben Körper, der ausfällt und ein Loch hinterläßt. Sehr verdünnte Säure verändert oft nur die Farbe des Zeuges, wirkt aber nach und nach zerstörend, indem das Wasser von der Stelle verdunstet und so die Säure sich concentrirt. Hat man Säure auf die Kleider bekommen, so bringe man gleich Aetzammoniak auf die Stelle, wodurch schwefelsaures Ammoniak sich bildet, und in den meisten Fällen die Farbe wieder erscheint, ohne Nachtheil für das Zeug, wenn man nachher die Stelle mit Wasser auswäscht.

345 Man nehme schwarze Dinte — wesentlich Eisenoxyd und Gerbsäure, eine organische Säure, welche Eisenoxydsalze blauschwarz färbt — und gieße einige Tropfen Schwefelsäure zu; die schwarze Farbe wird sich in eine gelbbraune verwandeln, da die Schwefelsäure die Gerbsäure zersetzt und die Verbindung zerstört. Dies Verhalten macht die Schwefelsäure geeignet, im verdünnten Zustande Dinteflecken aus Holz, aus den Fußböden fortzuschaffen, indem man mit derselben die Flecken begießt und tüchtig reibt.

Aus allen diesen Versuchen geht hervor, daß die Schwefelsäure die meisten Pflanzen- und Thierstoffe zerstört, verkohlt, entmischt.

346 Indigo verbindet sich mit der rauchenden Schwefelsäure, ohne daß der Farbestoff zerstört wird, zu einer blauen Verbindung, wie wir schon beim Chlor sahen; es ist die sogenannte Indigschwefelsäure, die auch blaue Salze bildet; die englische Schwefelsäure geht ebenfalls diese Verbindung ein, aber unvollständig. Mit Wasser verdünnt giebt diese Lösung eine schöne blaue Farbe auf Wolle, das sogenannte sächsische Blau, Waschblau.

347 Die concentrirte Schwefelsäure oxydirt in der Wärme die meisten Metalle, und zwar so, daß sie sich zum Theil entmischt und das entstandene Oxyd sich zu einem Salze mit der unzersetzten Säure verbindet; die Darstellung der SO_2 wird uns ein Beispiel liefern. Die verdünnte Säure oxydirt nur die Metalle, welche das Wasser zersetzen, z. B. Eisen, Zink, wie wir beim H gesehen haben. Digerirt man CuO (Kupferasche, wie sie sich bei den Kupferschmieden findet) mit verdünnter Schwefelsäure, so erhält man bald eine blaue Lösung, die abgedampft blaue Krystalle liefert, $CuO, SO_3 + 5 HO$; hier hat also die Säure ohne Zersetzung sich mit dem Oxyd zu einem Salze ver-

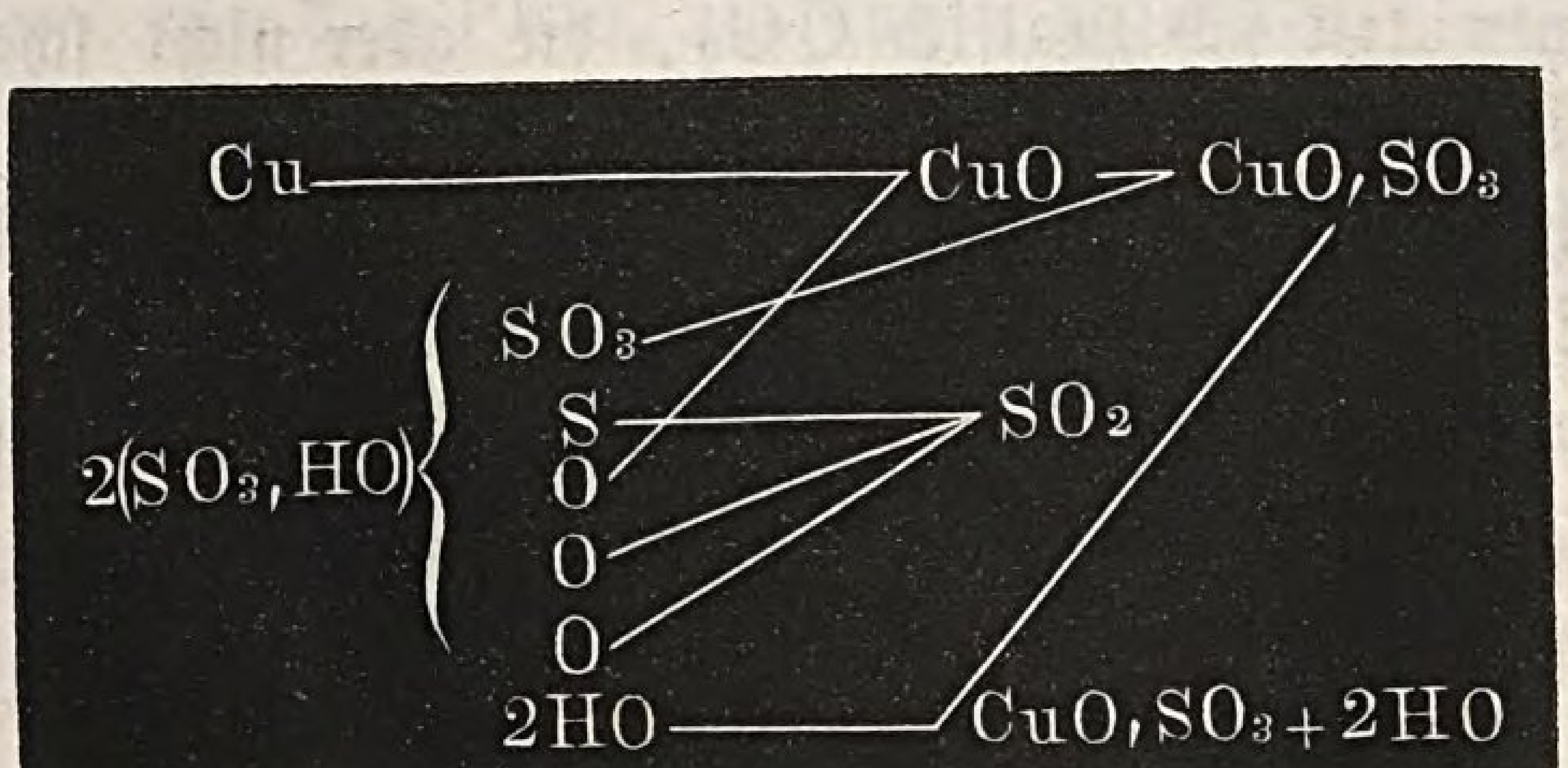
bunden. Darauf beruht die Anwendung der verdünnten Säure zum Scheuren von kupfernen oder eisernen Gefäßen; die Säure löst das gebildete Oxyd.

Das Sättigungsverhältniß der Schwefelsäure ist = 1 : 3. Sie ist die kräftigste aller Säuren und treibt aus den meisten Salzen die Säure aus, wie aus dem Salpeter die Salpetersäure, dient überhaupt zur Darstellung der meisten Säuren. 348

In der Natur kommt sie in vielen Salzen vor, als Gyps (schwefelsaurer Kalk), als Glaubersalz (schwefelsaures Natron) u. s. w.; frei in einigen Quellen in vulkanischen Gegenden. In der Medicin wird sie als Heilmittel gebraucht. 349

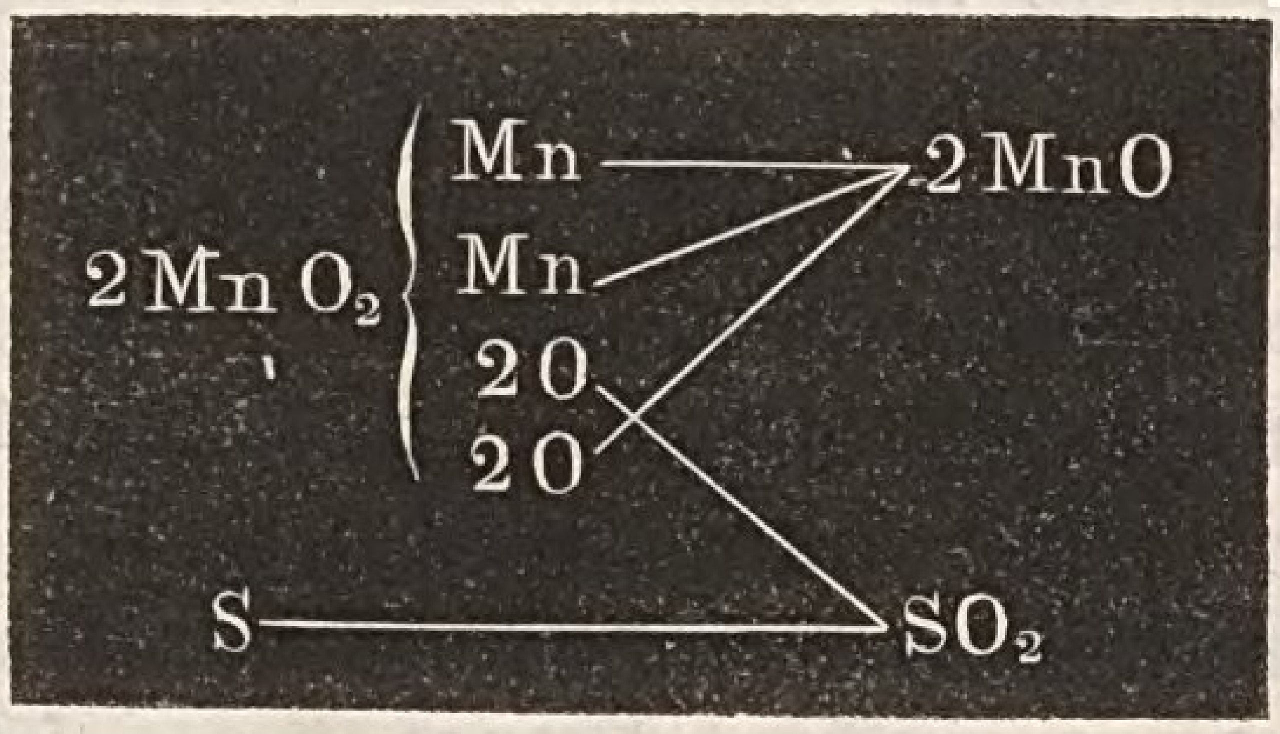
2. Die schweflige Säure, SO_2 (monothionige Säure).

Daß diese Säure beim Verbrennen des S in O oder in der atmosphärischen Luft entsteht, haben wir im Vorhergehenden gesehen; verbrennt man aber S in einem verschlossenen Gefäße in atmosphärischer Luft, so erhält man SO_2 und N; in O wird derselbe nicht ganz verzehrt, indem der brennende S vorher erlischt. Um die schweflige Säure rein zu erhalten, verfährt man auf folgende Art: In einen kleinen Kolben bringe man Kupferstücke und übergieße sie mit (4 Thln.) concentrirter Schwefelsäure; setzt man nun den mit Entwickelungsrohr versehenen Kolben (das Entwickelungsrohr hat nur einen gerade abwärts gehenden Schenkel, ist also am Ende nicht wieder aufwärts gebogen) in das Sandbad und erhitzt, so sieht man bald den Kolben sich mit weißen Dämpfen füllen, SO_2, während die Schwefelsäure ins Kochen geräth. Leitet man nun das Gasrohr in ein Gefäß mit (8 Thln.) kaltem Brunnenwasser gefüllt und mit kaltem Wasser umgeben, so wird das Gas von dem Wasser absorbirt, und man erhält eine Lösung des Gases in Wasser, das den stechenden Geruch desselben und einen sauren Geschmack hat. Das Gas wird so reichlich und so rasch von dem Wasser absorbirt, daß man bei rascher Entwickelung nur kleine Blasen nicht absorbirten Gases an die Oberfläche steigen, dagegen aus dem Glasrohr Streifen des Wassers herabsinken sieht, das sich mit SO_2 gesättigt hat. Ein Maaß Wasser absorbirt 40 bis 44 Maaß SO_2. Statt des Kupfers kann man auch Quecksilber nehmen. Der chemische Vorgang ist folgender: 350

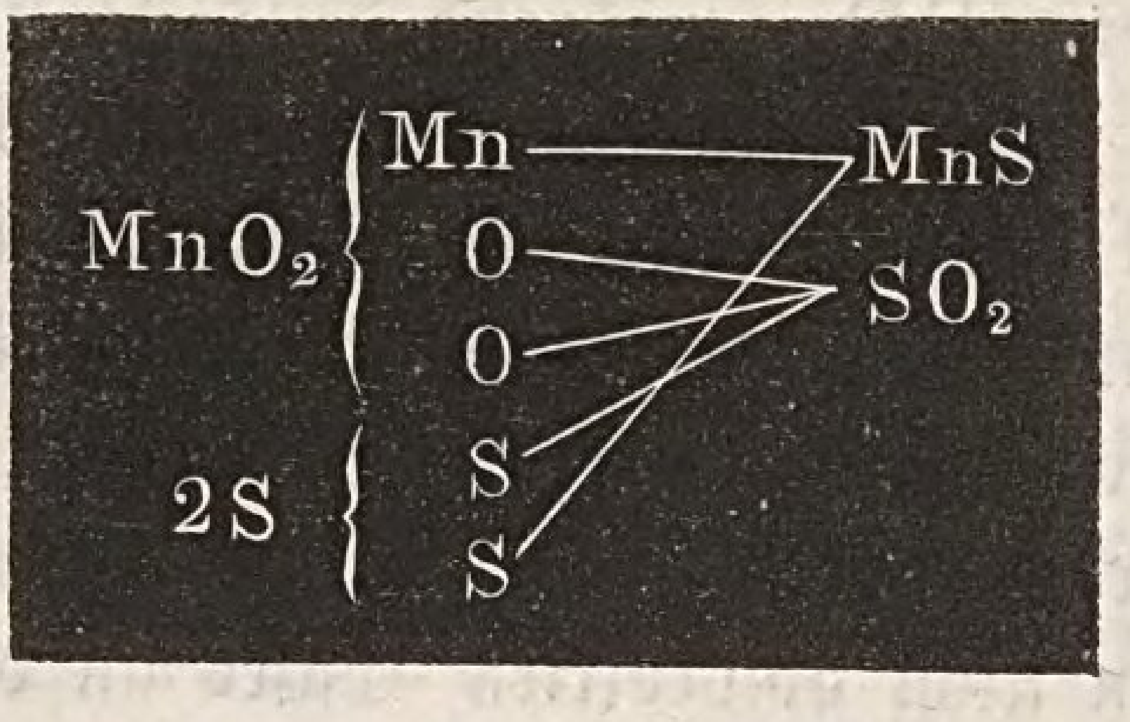


Der Rückstand im Kolben wird mit Wasser verdünnt und zum Kochen erwärmt. Die trübe Flüssigkeit (von Kohlentheilchen im Kupfer) wird dann filtrirt, wonach sie eine schön blaue Lösung darstellt, welche eingedampft ebenso gefärbte Krystalle, schwefelsaures Kupferoxyd, Kupfervitriol, liefert. Wird Quecksilber genommen, was aber die Darstellung viel theurer macht, so erhält man als Rückstand ein weißes krystallinisches Pulver, schwefelsaures Quecksilberoxyd, das mit viel Wasser übergossen ein gelbes, basisches Salz absetzt. Soll das Gas rein sein, so muß man es durch eine Waschflasche mit wenigem Wasser streichen lassen.

351 Die SO_2 kann man auch gewinnen durch Erhitzen eines innigen Gemenges von 6 Thln. MnO_2 und 12 Thln. S, wobei der S auf Kosten des O des MnO_2 verbrennt, und man als Rückstand Manganoxydul, MnO erhält, ein grünes Pulver, nach folgendem Schema:



Nimmt man 4 Thle. S und $5^1/_2$ Thl. MnO_2, so erhält man als Rückstand Schwefelmangan, MnS, ein schwarzgrünes Pulver:



352 Fabrikmäßig zur Darstellung größerer Quantitäten von schwefligsaurem Wasser entwickelt man SO_2 durch Erhitzen von grobgestoßenen Holzkohlen, die man mit so viel Schwefelsäure vermischt, daß eine breiartige, dünne Masse entsteht. Es entwickelt sich zugleich CO_2, die aber nicht schadet, wenn man schwefligsaures Wasser oder schwefligsaure Salze machen will, indem die stärkere SO_2 die schwächere CO_2 vertreibt. Statt der Kohlen nimmt man auch Hobelspähne, Stroh 2c. Das Gas wird dann, wie beim Cl beschrieben, zur bessern Absorption durch eine Reihe Woulf'scher Flaschen geleitet.

Das schwefligsaure Wasser zieht in schlecht verschlossenen Flaschen O an, und es erzeugt sich SO_3. Durch Kochen kann man die SO_2 vollständig austreiben.

Man leite im Winter schwefligsaures Gas, durch Chlorcalcium getrocknet, in eine Reagenzröhre, die mit einem Gemisch von 1 Thl. feingeriebenem Kochsalz und 2 Thln. Schnee oder gestoßenem Eise umgeben ist, wodurch die Reagenzröhre bis zu — 18° bis — 20° C. abgekühlt wird. Man sieht bald in der Röhre sich Tropfen einer klaren, farblosen Flüssigkeit ansammeln; es ist flüssige SO_2, die schon bei — 10° C. kocht. 353

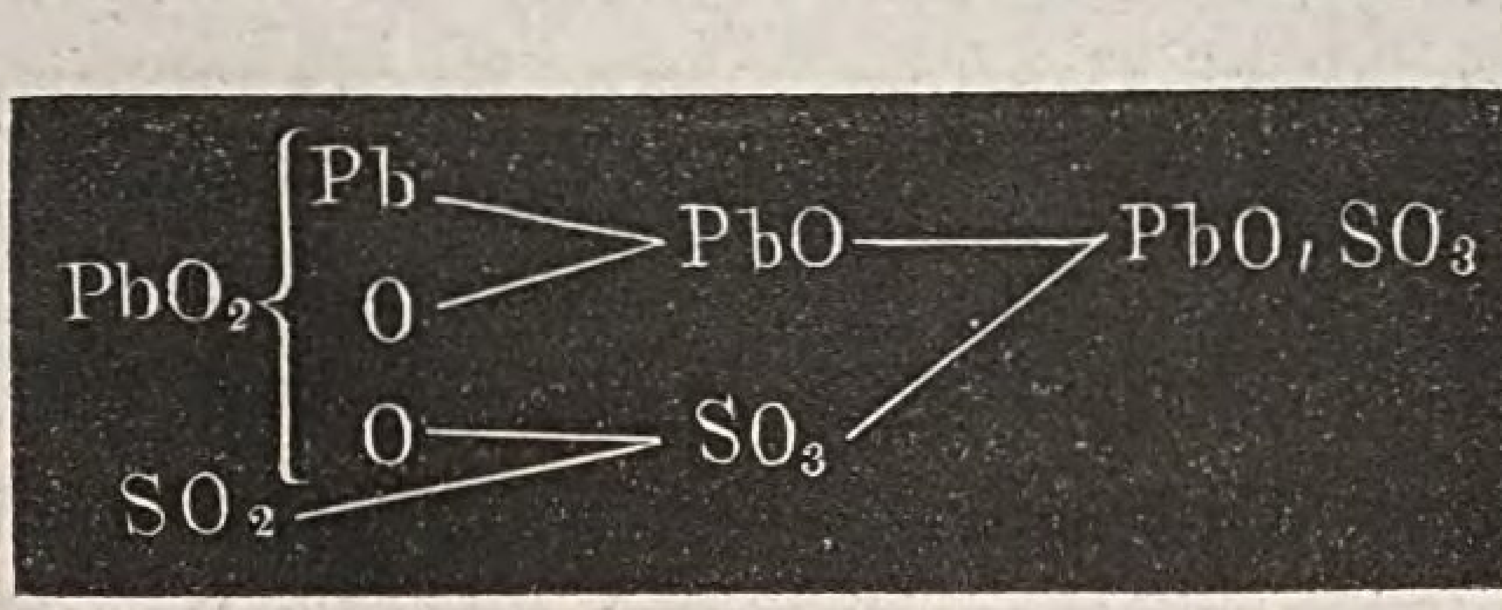
Man gieße davon einige Tropfen, indem man die Röhre in ein neues, die Kältemischung enthaltendes Glas setzt, auf die mit etwas Baumwolle umwickelte Kugel eines Quecksilberthermometers; das Quecksilber gefriert sehr bald, wenn man auf die Kugel bläst; ein Weingeistthermometer sinkt bis — 50° C. 354

Gießt man von der liquiden SO_2 in wenig Wasser, das einige Grade über 0° Wärme hat, so löst sich ein Theil der Säure im Wasser, ein anderer Theil sinkt zu Boden (da die SO_2 das specif. Gewicht = 1,45 hat), wie eine ölartige Flüssigkeit; berührt man sie dann mit einem Glasstabe, so geräth sie ins Kochen und entzieht dem Wasser so viel Wärme, daß es auf der Oberfläche gefriert. 355

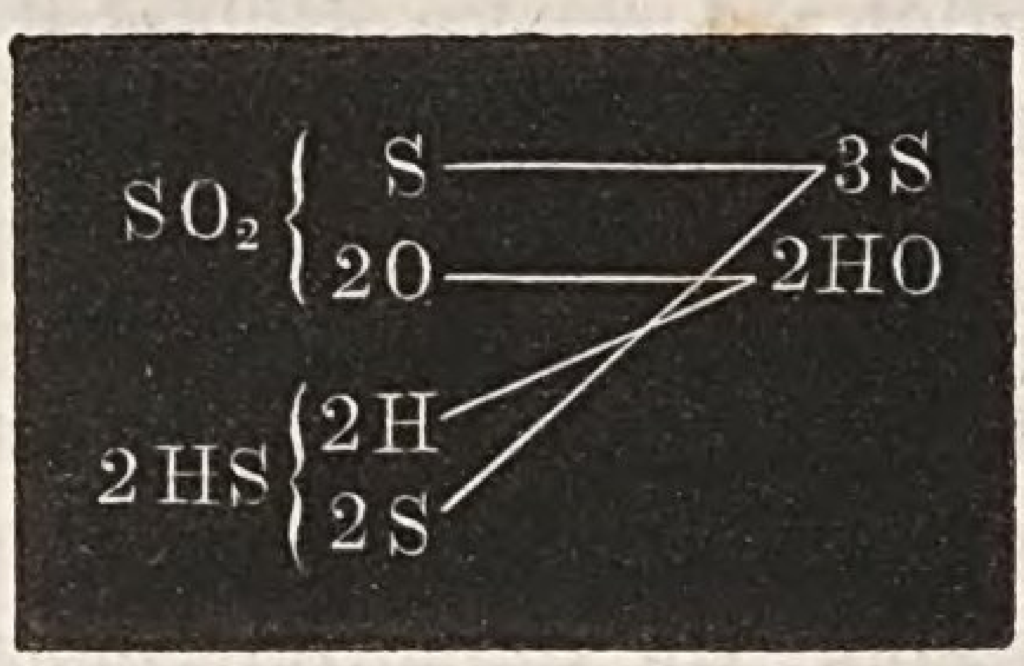
Bei gewöhnlicher Lufttemperatur ist die SO_2 ein Gas vom specif. Gewicht = 2,25. Sie reizt, eingeathmet, zum Husten und greift die Luftröhre an, kann selbst Erstickung herbeiführen, obgleich sie in kleiner Menge eingeathmet nicht schädlich wirkt. 356

Man hebe die Glasröhre beim Einleiten des Gases in Wasser aus demselben hervor und nähere dem Gasstrome einen brennenden Spahn. Derselbe erlischt augenblicklich, als wenn man ihn in Stickgas getaucht hätte. SO_2 verhindert das Verbrennen, weil sie keinen O abgiebt. Dies erklärt auch das Verfahren, das man anwendet, um den brennenden Ruß im Schornstein, Kamin, auszulöschen; man verbrennt S in demselben, wodurch sich SO_2 entwickelt, die den O der atmosphärischen Luft vom glimmenden Ruß abschließt. 357

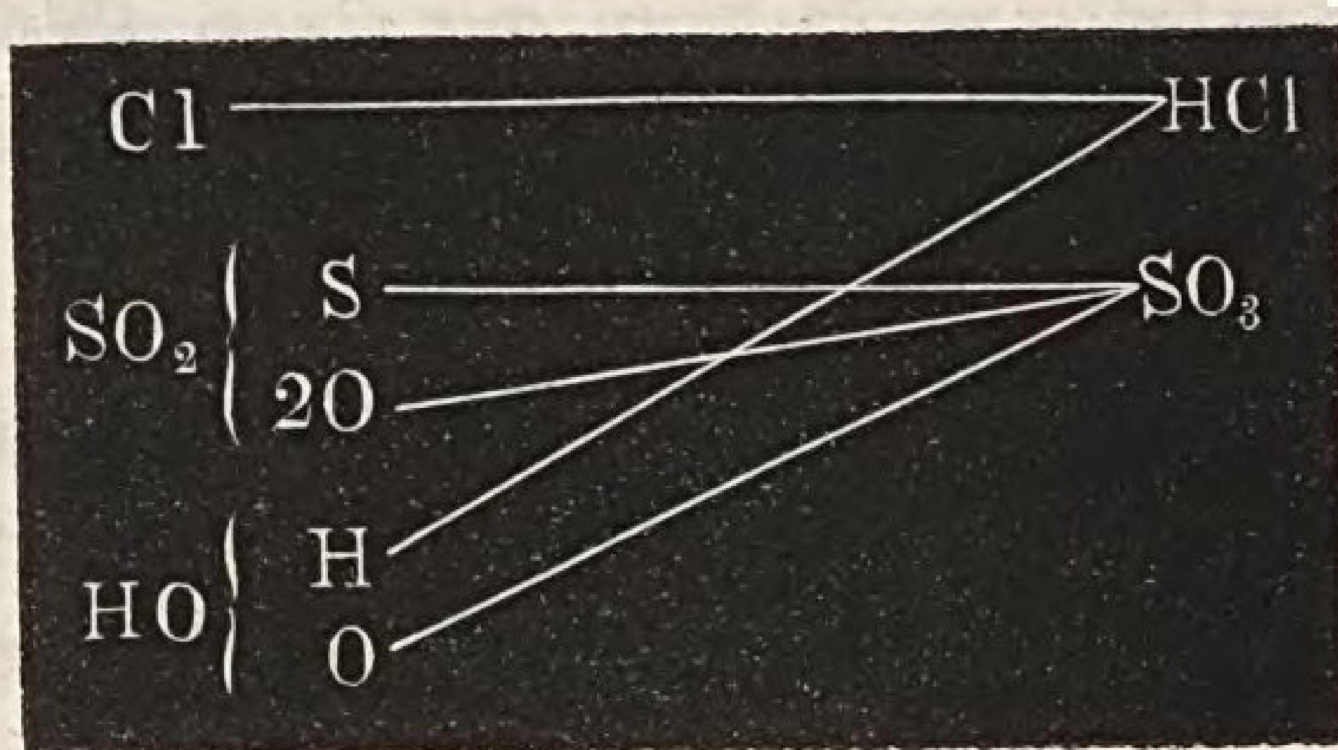
Man verbrenne S in einem Glase, bis er erlischt; bringt man dann braunes Bleisuperoxyd, was wir bei der Salpetersäure kennen gelernt haben, hinein, so verschwindet bald der Geruch nach SO_2, und das Bleisuperoxyd wird weiß, zu schwefelsaurem Bleioxyd, ein Verfahren, was wohl benutzt wird, um aus einem Gasgemenge die SO_2 zu entfernen. Die Absorption der SO_2 kann so heftig sein, daß das PbO_2 zu glühen anfängt: 358



359 Leitet man in ein Glas, worin S verbrannt worden ist, Schwefelwasserstoffgas, HS, so wird sich bald auf den Wänden ein gelbes Pulver absetzen, S; die beiden Gase zersetzen sich gegenseitig, und es wird S ausgeschieden und Wasser gebildet, nach folgendem Schema:



Die trocknen Gase wirken aber nicht auf einander. Phosphorwasserstoffgas und SO_2 verhalten sich ebenso. Cl und SO_2 in feuchtem Zustande bilden SO_3 und HCl:



360 Koche etwas Blauholz oder Campêcheholz mit Wasser, bis eine dunkelblaue Flüssigkeit entsteht. Setzt man einige Tropfen schwefligsaures Wasser zu, so wird die Flüssigkeit gelb. Setzt man einige Tropfen Schwefelsäure zu, so wird die blaue Farbe wieder erscheinen. Macht man denselben Versuch mit Rothholz oder Fernambukholz, so stellt Schwefelsäure die rothe Farbe nicht wieder her. Die SO_2 zerstört manche Farbestoffe, wie Chlor, indem sie ihnen O entzieht; mit anderen geht sie eine farblose Verbindung ein, die durch eine stärkere Säure wieder aufgehoben wird, indem sich der Farbestoff mit dieser Säure verbindet und nach ihrer Natur einen andern, oder denselben Farbenton hervorbringt; eine rothe Rose, in SO_2 getaucht (oder in den Rauch von brennendem S gehalten), wird gleich gebleicht, erhält aber ihre Farbe wieder, wenn man sie in verdünnte Schwefelsäure taucht. Diese entfärbende Kraft der SO_2 findet Anwendung in den Gewerben zum Bleichen von wollenen und seidenen Stoffen, zum Weißmachen von Stroh- und Holzgeflechten, Darmsaiten, Badeschwämmen, Knochengallerte ꝛc. Die zu bleichenden Gegenstände taucht man in schwefligsaures Wasser, oder hängt sie naß in einer verschlossenen Kammer (Schwefelkasten) auf, in der eine Schale mit brennendem S steht; Cl würde diese Stoffe zu heftig angreifen. Die SO_2 ist daher auch geeignet, Flecken von rothen Fruchtsäften, Dintenflecken, aus Weißzeug, zu vertilgen, indem man entweder schwefligsaures Wasser anwendet, oder die befeuchtete Stelle nur über brennenden S hält, wonach man gut aus-

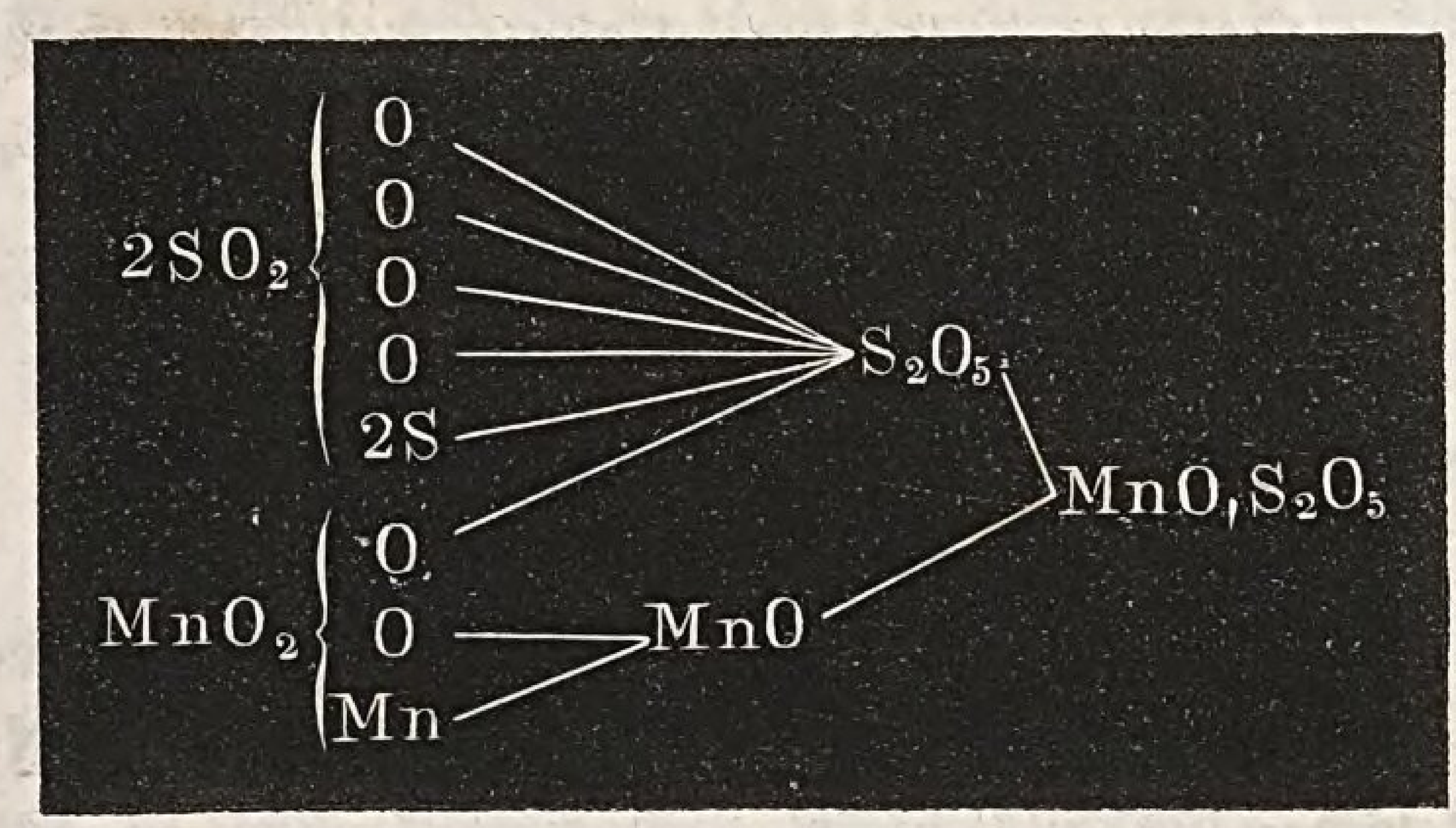
wäscht. Uebrigens kommt die ursprüngliche Farbe oft durch Verdunsten der SO_2 wieder zum Vorschein, namentlich bei Stroh- und Holzgeflechten.

Die SO_2 dient auch gegen Hautkrankheiten. Die Kranken nehmen so- 361
genannte Gasbäder, d. h. sie sind in einer Atmosphäre von SO_2 aus brennendem S, indem der Kopf nicht von der Säure getroffen wird.

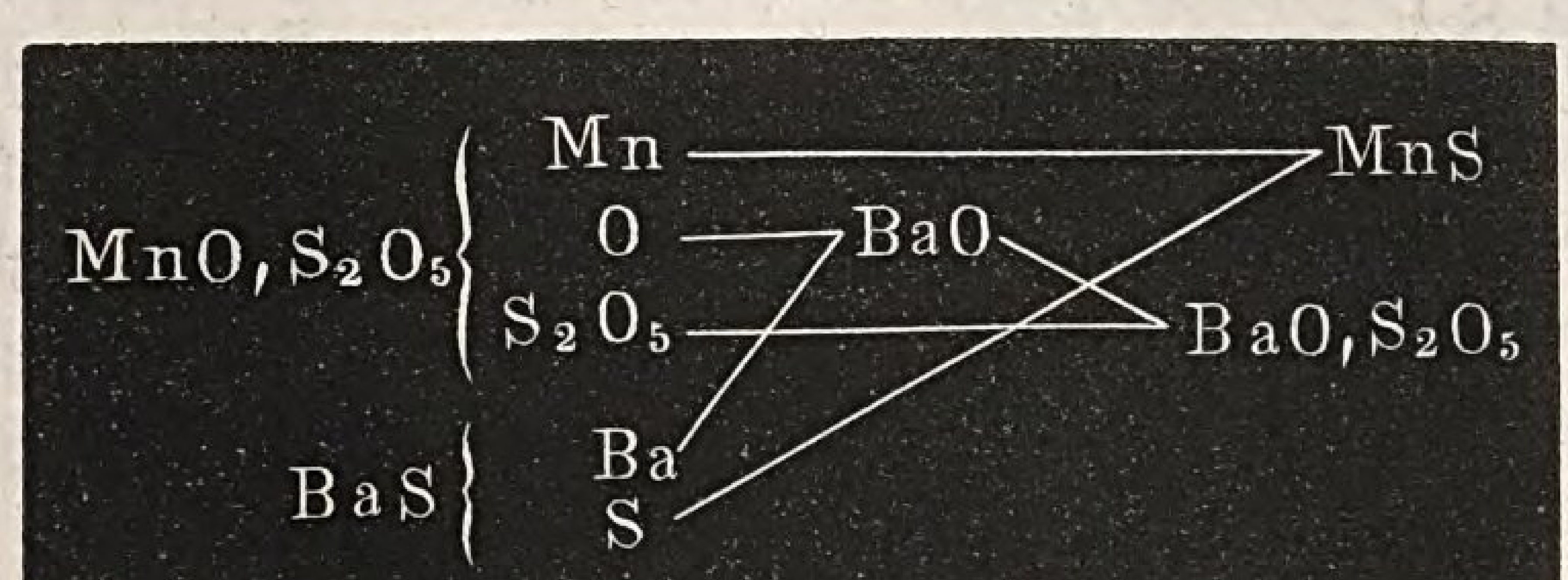
Die SO_2 ist eine schwache Säure, doch treibt sie die CO_2 aus ihren Sal- 362
zen. Ihr Sättigungsverhältniß ist 1 : 2.

3. Die Unterschwefelsäure, S_2O_5 (Dithionsäure).

Man gebe feingeriebenen Braunstein in ein Glas mit Wasser, halte das 363
Pulver durch Quirlen schwebend, und leite SO_2 hinein, indem man das Glas abkühlt. Es entsteht unterschwefelsaures Manganoxydul, zugleich aber bildet sich etwas schwefelsaures Manganoxydul (doch desto weniger, je besser abgekühlt wird):



Filtrirt man und dampft ab, so erhält man röthliche Krystalle von unterschwefelsaurem Manganoxydul. Um aber die Säure abzuscheiden, braucht man nicht abzudampfen, sondern setzt eine Lösung von Schwefelbarium zu (Schwefelbarium erhält man durch heftiges Glühen von 4 Thln. feingepulvertem Schwerspath, schwefelsaurem Baryt, der sich in der Natur findet, mit 2 Thln. Mehl, Auskochen des schwarzen Satzes mit Wasser, Filtriren, Abdampfen); es fällt dann Schwefelmangan (und etwas S) zu Boden, und es bildet sich unterschwefelsaurer Baryt nach folgendem Schema:



Das Schwefelmangan wird abfiltrirt, und der Lösung tropfenweise so lange Schwefelsäure zugesetzt, als noch eine Trübung erfolgt. Es schlägt sich BaO, SO_3 nieder, und man erhält eine verdünnte Lösung von S_2O_5, die man

unter der Glocke der Luftpumpe, im luftverdünnten Raume, neben concentrirter Schwefelsäure, welche die Wasserdämpfe absorbirt, concentriren muß, da Wärme die Säure zersetzt. Auf diese Art erhält man endlich eine syrupdicke, sehr saure Flüssigkeit, die mit Basen Salze giebt.

4. Unterschweflige Säure, S_2O_2 (dithionige Säure).

364 Sie ist nur in ihren Salzen bekannt. Man läßt schwefligsaures Natron (erhalten durch Hineinleiten von SO_2 in Soda, wobei CO_2 entweicht und man beim Abdampfen weiße Krystalle gewinnt) mit S sieden. Durch Abdampfen erhält man weiße Krystalle von NaO, S_2O_2. Die Säure ist für sich noch nicht dargestellt worden.

5. Trithionsäure, S_3O_5.

365 Wenn man den unterschwefelsauren Baryt durch schwefelsaures Kali zerlegt, so erhält man lösliches unterschwefelsaures Kali und unlöslichen schwefelsauren Baryt. Wird dann eine gesättigte Lösung von KO, S_2O_5 mit Schwefelblumen digerirt, so entsteht KO, S_3O_5.

6. Die Tetrathionsäure, S_4O_5.

366 Sie entsteht, wenn man in NaO, S_2O_5 (dargestellt wie bei der Trithionsäure das KO, S_2O_5) Jod bis zur Sättigung auflöst, wobei NaO, S_4O_5 und Jodnatrium sich bilden.

7. Die Pentathionsäure, S_5O_5.

367 Dieselbe entsteht durch Einleiten von Schwefelwasserstoffgas in gesättigtes schwefligsaures Wasser, unter Ausscheidung von S.

368 Die Säurestufen des Schwefels sind also:

Mit 1 Radical S,	1. Monothionsäure . .	$SO_3 = S + 3O$;	1 S und	3 O
	2. Monothionige Säure	$SO_2 = S + 2O$;	1 S »	2 O
» 2 Radicalen S,	3. Dithionsäure. . . .	$S_2O_5 = 2S + 5O$;	1 S »	$^5/_2$ O
	4. Dithionige Säure.	$S_2O_2 = 2S + 2O$;	1 S »	1 O
» 3 » S,	5. Trithionsäure . . .	$S_3O_5 = 3S + 5O$;	1 S »	$^5/_3$ O
» 4 » S,	6. Tetrathionsäure . .	$S_4O_5 = 4S + 5O$;	1 S »	$^5/_4$ O
» 5 » S,	7. Pentathionsäure . .	$S_5O_5 = 5S + 5O$;	1 S »	1 O

Die Sauerstoffmengen verhalten sich:

$$3 : 2 : {}^5/_2 : 1 : {}^5/_3 : {}^5/_4 : 1$$
$$= 36 : 24 : 30 : 12 : 20 : 15 : 12.$$

Aufgabe 1: Wie viel SO_3,HO bedarf man, um aus $NaO,CO_2 + 10HO$ Glaubersalz $= NaO,SO_3 + 10HO$ zu machen? 369

Aufgabe 2: Wie viel SO_2 hat man nöthig, um 1 Kubikfuß Wasser vollständig zu sättigen? (Die Absorption = 30 gesetzt bei gewöhnlicher Temperatur).

Wie viel SO_3,HO und Cu bedarf man, um eine solche Menge SO_2 zu erzeugen? Wie viel $CuO,SO_3 + 5HO$ erhält man?

Aufgabe 3: Wie viel braunes Bleisuperoxyd hat man nöthig, um 1 Kubikfuß SO_2 vollständig zu absorbiren?

Fragen und Aufgaben zu schriftlicher Bearbeitung.

a. Eigenschaften der SO_3 und der Hydrate; Aufzählung derselben! — b. Was nennt man Calcination? — c. Woher das Rauchen des Vitriolöls? — d. Welche Eigenschaft macht SO_3, HO geschickt, Luftarten zu trocknen? — e. Wie verhält sich SO_3,HO zu organischen Körpern? — f. Wie verhält sich die verdünnte SO_3,HO zu vielen Oxyden? — g. Die meisten Metalle lösen sich nur in der kochenden concentrirten Schwefelsäure auf, wie auch Cu; um den noch nicht zu Geldmünzen geprägten Platten eine Oberfläche von reinem Silber zu geben, kocht man sie in Schwefelsäure, die das Cu aus der Oberfläche löst, nebst etwas Silber; wie kann man das so gelöste Silber wieder gewinnen? — h. Eigenschaften der schwefligen Säure! — Woher entsteht die starke Kälte, wenn man von einem Körper liquide SO_2 verdunsten läßt? — i. Wie wirkt die SO_2 auf organische Körper? — k. Vermöge welcher Eigenschaft dient sie zum Weißmachen mancher Stoffe? — l. Wie kommt es, daß eine rothe Rose, in SO_2 gebleicht, ihre Farbe wieder erhält, wenn man sie in Schwefelsäure taucht?

C. Die Säuren des Selens.

1. Die Selensäure, SeO_3.

Selenblei, oder Selen (Selenblei findet man, doch selten, am Harze) wird mit Salpeter erhitzt; man erhält KO,SeO_3. Dies wird als Lösung mit Bleizucker, essigsaurem Bleioxyd, zersetzt, wodurch sich selensaures Bleioxyd niederschlägt. Dieses Salz wird mit Wasser gewaschen, in Wasser suspendirt gehalten und HS durchgeleitet, wodurch PbS als schwarzes Pulver sich absetzt und SeO_3 abgeschieden wird, die man durch Abdunsten noch etwas concentriren kann. Sie ist eine starke Säure, die in ihren Eigenschaften der Schwefelsäure gleicht. 370

2. Die selenige Säure, SeO_2.

Sie entsteht durch Verbrennen des Se. Sie wird in weißen Krystallen rhalten, wenn man in einer Röhre Se erhitzt und O darüber leitet. Auch 371

durch Kochen mit Salpetersäure. Sie ist in Wasser leicht löslich. SO_2 reducirt sie, und Se als rothes Pulver setzt sich ab.

D. Die Säuren und das Oxyd des Phosphors.

1. Die Phosphorsäure, PO_5.

372 Beim O und P haben wir schon gesehen, daß PO_5 entsteht, wenn P an der Luft oder in O verbrennt, und zwar als ein weißer, zarter (flockiger) Körper. Um ihn zu sammeln, setzt man eine große, gut getrocknete Glasglocke auf einen recht trocknen Teller, und trocknet die so abgesperrte Luft dadurch aus, daß man in einer kleinen Schale Aetzkalk (gebrannten, nicht gelöschten Kalk) untersetzt und einige Stunden stehen läßt. Dann stellt man statt der Schale mit Kalk ein Schälchen mit brennendem P unter. So rasch wie möglich sammelt man dann das Pulver an den Wänden der Glocke, etwa mit einem Glasstabe, und legt es in ein trocknes Fläschchen mit eingeriebenem Glasstöpsel. Man hat dann wasserfreie PO_5.

373 Man drücke zwischen den trocknen Fingern rasch etwas von dem Pulver zusammen (wobei man findet, daß es sich sehr stark zusammendrücken läßt, weshalb man auch sagt: die wasserfreie PO_5 stellt ein weißes, voluminöses Pulver dar) und werfe es in Wasser. Es entsteht ein Zischen, wie bei demselben Versuche mit wasserfreier Schwefelsäure, und aus denselben Ursachen, da sie sehr begierig Wasser absorbirt, weshalb man beim Einsammeln auch rasch verfahren muß. Läßt man sie nur ganz kurze Zeit an der Luft stehen, so zerfließt sie und stellt dann eine klare Flüssigkeit von sehr saurem Geschmack dar, die Lackmuspapier stark röthet.

374 Diese wasserhaltige PO_5 stellt man am besten dar, wie folgt:

In eine Retorte mit Tubulus gießt man 4 Thle. starke rauchende NO_5, mit etwa 8 Thln. Wasser verdünnt, setzt in die Sandkapelle, legt eine Vorlage vor, die durch aufgegossenes Wasser kalt gehalten wird, und erhitzt gelinde durch die Spirituslampe. In kleinen Portionen setzt man dann 1 Thl. P zu, und wartet jedes Mal, bis das Zugesetzte verschwunden ist.

Der P oxydirt sich auf Kosten des O der NO_5, wobei sich eine Menge Stickoxydgas entwickelt, zugleich destillirt NO_5 in die Vorlage über, die man wieder gewinnt, sowie Phosphorgas, weshalb auch sehr gut abgekühlt werden muß. Da die Einwirkung auf den P sehr heftig ist, so darf man keine concentrirte NO_5 allein anwenden, eben so wenig zuviel P auf einmal zusetzen. Das in die Vorlage Ueberdestillirte kann man wieder in die Retorte geben, wobei man aber erst erkalten lassen muß, um nicht ein Sprengen des erhitzten Glases zu veranlassen. Ist aller P gelöst, so gießt man den Inhalt der Retorte in eine Schale und erwärmt weiter. Man hat nun ein Gemenge von PO_5 und phosphoriger Säure, die wir gleich kennen lernen werden; bei einer ge-

wissen Concentration entwickeln sich wieder rothe Dämpfe, eine Wirkung der vorhandenen NO_5 auf die phosphorige Säure. Nun dampft man die Säure ein, bis sie dicklich wird, hauptsächlich um noch vorhandene NO_5 zu verjagen.

Aus den Knochen, die zu $^4/_5$ aus phosphorsaurem Kalk bestehen, kann die PO_5 auch gewonnen werden. Die Knochen werden weiß gebrannt, gepulvert und in Salpetersäure getragen, so lange sich noch etwas löst. Die entstandene Lösung wird mit Wasser verdünnt und so lange Bleizucker zugesetzt, bis die Lösung süßlich schmeckt. Es fällt dann ein weißes, unlösliches Pulver von phosphorsaurem Bleioxyd nieder, das man an einem warmen Orte einige Stunden digerirt. Der Kalk bleibt als salpetersaurer Kalk (nebst Talkerde) in der Lösung; man bringt dann den Niederschlag auf das Filter, wäscht ihn mit warmem Wasser gut aus und trocknet ihn dann scharf, zuletzt auf einem Bleche über der Spirituslampe. Dann setzt man $^1/_3$ vom Gewichte des phosphorsauren Bleioxyds an concentrirter Schwefelsäure zu, die man mit 20 Thln. Wasser verdünnt hat, und digerirt. Die SO_3 ist im nassen Zustande eine stärkere Säure, als die PO_5, und bemächtigt sich des Bleioxyds, es entsteht PbO,SO_3 und die PO_5 wird frei, die man nun abfiltrirt und eindampft. 375

Behandelt man, wie beim P gelehrt, fein geriebene gebrannte Knochen mit SO_3,HO, so erhält man überphosphorsauren Kalk in Lösung. Am besten übergießt man 10 Thle. Knochen mit 30 bis 40 Thln. Wasser, setzt 9 Thle. concentrirte SO_3,HO zu und digerirt 2 Tage lang; dann setzt man 50 bis 60 Thle. Wasser zu und digerirt wieder 2 Tage, worauf man einige Zeit kocht. Es entsteht PO_5, die aber phosphorsauren Kalk in Lösung enthält. Dann seiht man den gebildeten Gyps durch genäßte Leinwand ab und drückt aus, was man nach Zusatz von Wasser wiederholt. Die Flüssigkeit wird nun bis zur Syrupsconsistenz eingedampft und SO_3,HO tropfenweise zugesetzt, wodurch Gyps gefällt wird. Das Ganze wird dann ein weißer Brei, den man mit Wasser verdünnt und wieder auspreßt. Nun wird abgedampft und wieder mit Schwefelsäure geprüft. Bei weiterem Verdampfen setzt sich saure phosphorsaure Talkerde in Krystallen ab, die man entfernt. Die so erhaltene Säure enthält noch etwas Schwefelsäure. 376

Man kann auch die verdünnte Lösung von saurem phosphorsauren Kalk bis zur Syrupsconsistenz eindampfen und mit Alkohol versetzen, wodurch sich aller Kalk als Gyps absondert und ausscheidet, wozu aber genug Schwefelsäure in der Lösung sein muß. Der Alkohol wird abdestillirt. 377

Die erhaltene wasserhaltige PO_5 dampfe man bis zur ganz dicken, steifen Masse ein; taucht man dann einen Glasstab hinein, so läßt sie sich zu Fäden ausziehen, die aber so rasch Feuchtigkeit anziehen, daß sie, als wenn sie geschmolzen würden, zu kleinen Perlen von wasserhaltiger PO_5 lösen. 378

Die Säure, der Rothglühhitze ausgesetzt, schmilzt zu einer durchsichtigen Masse, die, erkaltet, eine harte, glasähnliche Materie bildet, die sich sehr leicht 379

in Wasser löst, und an der Luft zerfließt. Sie enthält dann 1 At. Wasser, oder 11,2 Procent, das sich nicht mehr durch Wärme austreiben läßt.

Dies Glühen kann aber nur in Platingefäßen geschehen, da sie schon als concentrirte Lösung aus den Porzellangefäßen Kieselsäure löst, also die Glasur angreift und unrein wird, was bis zu ihrer Unlöslichkeit in Wasser gehen kann. Die unter Nr. 374 erhaltene PO_5 muß eigentlich auch in Platingefäßen zu Glas eingekocht werden, wodurch erst die NO_5 ausgetrieben wird; so auch bei der PO_5, wie sie nach Nr. 375, 376 und 377 gewonnen wird.

380 Die PO_5 ist eine starke Säure; in höherer Temperatur treibt sie sogar die SO_3 aus ihren Verbindungen, da sie weniger flüchtig ist.

381 Die PO_5 verbindet sich in dreifachem Verhältnisse mit Basen; nach ihrer Bereitung ist ihr Sättigungsverhältniß 1 : 5, oder 2 : 5, oder 3 : 5, doch immer neutrale Salze bildend. Man ist deshalb genöthigt, drei Phosphorsäuren anzunehmen, die gleich zusammengesetzt sind, alle aus P und 5 O bestehen, aber doch in ihren chemischen Eigenschaften nicht übereinstimmen.

Solche Verbindungen nennt man *isomerische*, gleichzusammengesetzte; wir kennen also drei isomerische Phosphorsäuren, die man durch die Buchstaben a, b, c unterscheidet; vielleicht ist in denselben der P in seinen allotropischen Zuständen enthalten.

Uebereinstimmend hat man auch drei Hydrate: $PO_5 + HO$, $PO_5 + 2HO$, $PO_5 + 3HO$, da ja das Wasser in denselben Verhältnissen mit den Säuren sich bindet.

Die aPO_5 ist die durch Verbrennen des P gebildete wasserfreie, auch die glasartige Masse, durch Glühen der auf nassem Wege gebildeten Säuren gewonnen. Sie fällt salpetersaure Silberoxydlösung weiß, AgO, PO_5, als klebrige Masse; sie fällt Eiweiß, in Wasser gelöst, ebenfalls weiß.

Die bPO_5 erhält man, wenn man phosphorsaures Natron (aus gewöhnlicher PO_5 und Soda gemacht) mit essigsaurem Bleioxyd fällt und das gebildete phosphorsaure Bleioxyd mit HS zersetzt, wobei Schwefelblei sich abscheidet. Diese fällt salpetersaures Silberoxyd ebenfalls als weiße, nicht klebrige Masse, $PO_5, 2AgO$. Sie fällt Eiweißlösung nicht; ist sehr unbeständig.

Die cPO_5 ist jede auf oben angegebene Weise auf nassem Wege gebildete. Sie fällt das salpetersaure Silberoxyd gelb, als $PO_5, 3AgO$, das Eiweiß nicht.

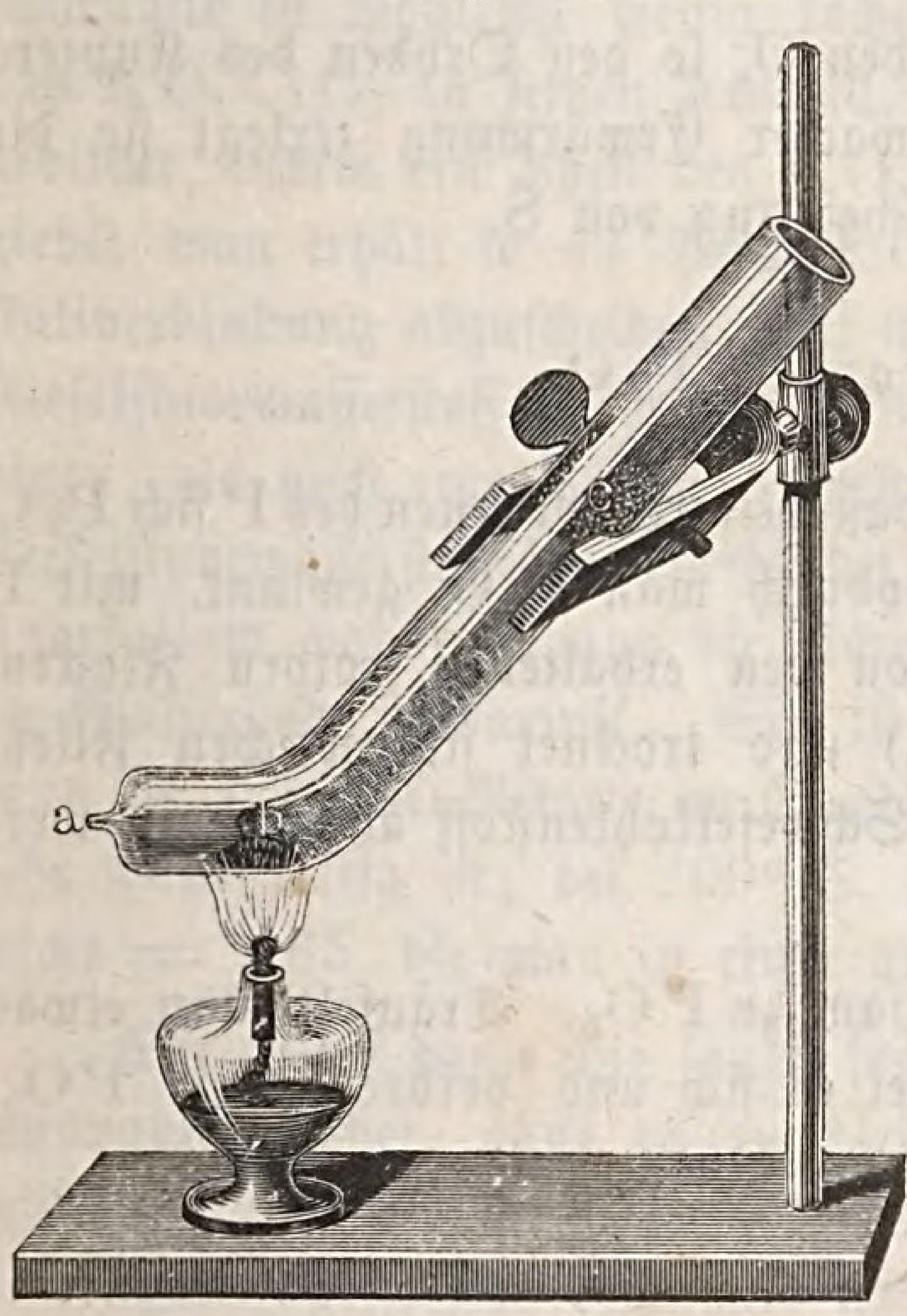
382 Die Phosphorsäure wird nicht sehr oft angewandt, mehr phosphorsaure Salze.

2. Die phosphorige Säure, PO_3.

383 Wir haben schon beim P gesehen, daß durch langsame Oxydation der Luft der P sich, indem er leuchtet, in PO_3 verwandelt, die knoblauchartig riecht. Wasserfrei kann man sie auf folgende Art erhalten: Man biege eine etwas weite Glasröhre, etwa 10 Zoll lang, wie in beistehender Fig. 40, und

ziehe das Ende *a* zur Spitze aus, so daß nur eine kleine Oeffnung bleibt. Wirft man nun ein Stückchen P hinein und erhitzt, bis es sich entzündet, so brennt es mit schwacher, grünlicher Flamme, da nur spärlicher Luftzutritt durch *a* stattfindet. In der Röhre bei *c* verdichtet sich dann PO_3 in Gestalt eines weißen Mehls; erlischt der P, so erwärmt man wieder gelinde. Erwärmt man die gebildete PO_3 gelinde, so kann man sie höher hinauf nach der Oeffnung des Rohrs treiben; sie ist also flüchtig, sublimirbar.

Fig. 40.



Mit einem Glasstabe nehme man etwas von der Säure aus der Röhre; sie wird sich bald von selbst entzünden und zu PO_5 verbrennen; sie zieht nämlich sehr begierig Wasser an, condensirt es und erwärmt sich dadurch bis zur Entzündung. 384

Man werfe etwas von der Säure in wenig Wasser; sie löst sich mit Leichtigkeit und bildet dann wasserhaltige, phosphorige Säure. 385

Der Rauch, der vom leuchtenden P aufsteigt, ist PO_3, und kann mit Wasser wasserhaltige PO_3 bilden. Man lege eine Stange P in einen Trichter, der in einem Glase mit etwas Wasser steht, und setze so vorgerichtet das Ganze an einen feuchten Ort, etwa in den Keller; der P verschwindet und es entsteht PO_3, die sich mit dem Wasser verbindet, nebst etwas PO_5. Um mehr zu gewinnen, nimmt man mehrere Stangen P, steckt aber jede in eine an beiden Seiten offene, an einer Seite etwas verengte Glasröhre, um zu verhindern, daß sich die Stangen berühren und sich entzünden; so werden mehrere Röhren in den Trichter gestellt, und mit einer Glocke überdeckt, um Unreinlichkeiten abzuhalten. 386

Die Säure kann man bis zur Syrupsdicke abdampfen, weiter erhitzt zerlegt sie sich in selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas und Phosphorsäure. Unter der Luftpumpe entstehen oft Krystalle mit 3 At. Wasser.

3. Die unterphosphorige Säure, PO.

Bei der Entwickelung des Phosphorwasserstoffgases aus P und Aetzkali blieb in der Retorte KO,PO. 387

Um diese Säure zu gewinnen, kocht man Aetzbaryt (dadurch gewonnen, daß man salpetersauren Baryt im Porzellantiegel glüht) mit P in Wasser, wobei Phosphorwasserstoff und unterphosphorigsaurer Baryt sich bilden, den man

mit Schwefelsäure zerlegt, wodurch unlöslicher BaO, SO_3 sich ausscheidet. Die Säure kann bis zur dünnen Syrupsconsistenz eingedampft werden; weiter erwärmt, zersetzt sie sich in Phosphorwasserstoff und PO_5.

388 Die PO entzieht vielen Metalloxyden den O, so den Oxyden des Kupfers und Quecksilbers, die sie reducirt. Bei schwacher Erwärmung zerlegt sie die concentrirte Schwefelsäure in SO_2, mit Abscheidung von S.

4. Das Phosphoroxyd, P_2O.

389 Schon mehrmals haben wir gesehen, daß beim Verbrennen des P sich P_2O bildete. Man verfahre wie in Nr. 125, wodurch man P_2O gewinnt, mit P verunreinigt. Man filtrirt das Wasser von den erhaltenen rothen Flocken, wäscht sie aus (von der entstandenen PO_5) und trocknet sie zwischen Fließpapier; der beigemengte P kann leicht mit Schwefelkohlenstoff ausgezogen werden, der ja P in Menge löst.

390 P_2O oxydirt sich in feuchter Luft langsam zu PO_5. Träufelt man etwas NO_5 auf, wenn es trocken ist, so entzündet es sich und verbrennt zu PO_5. Kocht man mit SO_3, HO, so entsteht ebenfalls PO_5.

Fragen und Aufgaben zu schriftlicher Bearbeitung.

a. Eigenschaften der Phosphorsäure! — b. Wann ist SO_3 stärker als PO_5, und wann umgekehrt letztere stärker, als erstere? — c) Angaben der Versuche, in denen dies Verhalten der beiden Säuren sich zeigt! — d. Welche Verbindungen nennt man isomerische? — e. Angabe der drei isomerischen Phosphorsäuren, sowie der drei Hydrate derselben! — f. Eigenschaften der PO_3, der PO und des Phosphoroxyds! — g. In welchen Eigenschaften stimmen die Säuren des P überein, in welchen unterscheiden sie sich?

E. Die Säuren des Chlors.

1. Die Ueberchlorsäure, ClO_7.

391 Wenn man chlorsaures Kali durch Wärme zersetzt (s. Nr. 16), so bemerkt man, daß es anfangs leicht schmilzt, und sich O entwickelt; bald aber wird die Masse teigig und zähe, und man müßte die Temperatur erhöhen, um das Salz ganz zu zersetzen. In diesem dicklichen Zustande besteht das Salz aus einem Gemenge von überchlorsaurem Kali und Chlorkalium. Man macht den Versuch in einer kleinen Retorte, oder in einer weiten Probirröhre, und fängt den O, der sich bis zu dem angegebenen Punkte entwickelt, auf. Um zu sehen, ob kein unzersetztes KO, ClO_5 mehr vorhanden, nimmt man mit einem Glasstabe etwas von der Masse, zerreibt und übergießt mit HCl; ist noch KO, ClO_5 vorhanden, so färbt sich das Pulver gelb, in welchem Falle man

noch weiter erhitzt. Die Masse pulvert man dann und übergießt mit wenig Wasser, welches das leicht lösliche KCl löst, aber das schwer lösliche KO, ClO_7 fast ganz ungelöst läßt. Die Lösung von KCl gießt man ab und löst den Rückstand in möglichst wenig kochenden Wassers auf, aus dem beim Erkalten das KO, ClO_7 in feinen Krystallschüppchen sich absetzt. Das KO, ClO_7 wird gebildet, indem ein Theil des KO, ClO_5 an einen andern Theil seinen O abgiebt; man erhält so 44 Proc. KO, ClO_7. Um die Ueberchlorsäure aus ihrer Kaliverbindung abzuscheiden, setzt man zu der Lösung von KO, ClO_7 so lange Kieselfluorwasserstoff (siehe Nr. 266; das Nähere bei den Wasserstoffsäuren) hinzu, als noch eine Trübung entsteht, oder kocht auch mit der Säure. Die Kieselfluorwasserstoffsäure verbindet sich mit dem KO zu unlöslichem Kieselfluorkalium, von dem man die klare Flüssigkeit, verdünnte ClO_7, abgießt und im Wasserbade abdampft. Sie ist eine ziemlich beständige Säure, und man kann sie aus einer Retorte im Sandbade destilliren, wobei die zuerst übergehende sehr wasserhaltig ist; bei 200° C. geht eine Säure über von dem specif. Gewicht = 1,65, die man in einer andern, kalt gehaltenen Vorlage auffängt.

Sie bildet dann eine saure, farblose, schwach rauchende Flüssigkeit, die Lackmuspapier röthet, ohne es zu bleichen. Sie löst Zink und Eisen unter Entwickelung von H; der Dampf der kochenden Säure entzündet Papier, das man hineinhält, da sie sehr oxydirend wirkt, besonders auf organische Körper. Ihre Salze zersetzen sich leicht durch Wärme unter Abgabe ihres O, und werden Chlormetalle. 392

2. Die Chlorsäure, ClO_5.

Wird erhalten durch Fällung des KO aus einer concentrirten Lösung von KO, ClO_5 durch Kieselfluorwasserstoffsäure wie die ClO_7. Die erhaltene Flüssigkeit dunstet man unter dem Recipienten der Luftpumpe neben concentrirter Schwefelsäure und Aetzkali ab, da sie durch Wärme nicht ohne Zersetzung concentrirt werden kann. 393

Sie ist dann eine farblose, saure Flüssigkeit; destillirt zerlegt sie sich in Cl, O und ClO_7; sie röthet Lackmuspapier, bleicht es aber gleich nachher und entzündet es selbst. Sie löst Fe und Zn unter H-Entwickelung. Ihre Salze entwickeln O, wenn sie geglüht werden, und hinterlassen Chlormetalle. 394

Ihre Salze detoniren mit brennbaren Körpern. Um dies zu zeigen, kann man unter Beobachtung großer Vorsicht folgende Versuche anstellen: 395

Man wickele nicht zu fest etwas weniges KO, ClO_5 und einige Stückchen P in Papier, hüte sich aber, es zu fest zu wickeln; legt man dann dies Papier auf einen Amboß oder auf sonst einen feststehenden Gegenstand und schlägt darauf mit einem etwas langen dicken Stocke, so entsteht ein starker Knall und der P wird brennend umhergeworfen; dieses Umstandes wegen muß man den Versuch an einem Orte anstellen, wo der brennende P keinen Schaden anrichten kann, weshalb man auch einen langen Stock nehmen muß, um sich selbst vor

dem brennenden P zu schützen, obgleich ein Hammerschlag auf einem Amboß einen stärkern Knall hervorbringt. Die ClO_5 wird durch den Schlag in O und Cl zersetzt, woher der heftige Knall und die Entzündung des P. Wie P verhält sich der S. Wickelt man KO, ClO_5 mit Zucker, Zinnober oder Kohle in Papier, so ist zur Entzündung ein starker Schlag mit einem erwärmten Hammer erforderlich.

3. Die chlorige Säure, ClO_3.

396 Sie wird erhalten durch Destillation eines Gemenges von 1 Thl. KO, ClO_5 und $^3/_4$ Thln. arseniger Säure (sogenannten weißen Arseniks); dieses Gemenge wird mit 3 Thln. reiner Salpetersäure, der man 1 Thl. Wasser zugesetzt hat, aus dem Wasserbade destillirt. Die Wärme des Wassers darf nie 50° C. übersteigen, indem dann der Kolben unvermeidlich zerspringt; ebenso veranlaßt unreine Salpetersäure eine Explosion. Es entwickelt sich dann ein grüngelbes Gas vom specif. Gewicht = 2,7, und durchdringendem, zum Husten reizendem Geruch. In stark abgekühlter Vorlage verdichtet es sich zu einer röthlichen Flüssigkeit, welche die Haut gelb färbt und Lackmuspapier bleicht. Bei 57° C. explodirt das Gas mit großer Heftigkeit, daher alle Versuche mit demselben große Gefahr mit sich führen. Wasser absorbirt es, wobei es gelb, endlich goldgelb wird.

397 Die ClO_3 und die ClO_5 bilden eine Verbindung, ClO_3, ClO_5, die man auch wohl Unterchlorsäure, Chloroxydgas, nennt. Man erhält sie, wenn man mit äußerster Vorsicht Stücke geschmolzenen KO, ClO_5 mit SO_3, HO aus dem Wasserbade destillirt, wobei das erwärmte Wasser des Bades schon eine Explosion bedingen kann. Sie ist ein gelbes Gas, das sich in einem kalt gehaltenen Fläschchen zu einer rothen Flüssigkeit condensirt, die bei 20° C. siedet, bei 100° C. mit heftiger Explosion sich zersetzt. Wasser absorbirt sie bis zum zwanzigfachen Volumen.

398 Diese Verbindung wirkt sehr heftig auf brennbare Körper, entzündet P, S, Zucker und andere, die sie in ihrer Entwickelung findet. Folgende Versuche beweisen dies:

Man gieße etwas concentrirte SO_3, HO in ein Schälchen und werfe etwas KO, ClO_5 hinein; es werden kleine Explosionen entstehen, und prasselnd wird ein gelbes Gas sich entwickeln.

Streue etwas KO, ClO_5 in ein Becherglas und gieße ein wenig Alkohol darauf; träufelt man dann etwas SO_3, HO hinzu, so entwickelt sich ein gelbes Gas und der Alkohol wird sich entzünden.

Man vermische etwas KO, ClO_5 und S mit den Fingern und werfe dies Gemenge in wenig SO_3, HO, so wird ein lebhaftes Knistern entstehen und der S sich entzünden; besser gelingt dieser Versuch, wenn man auf das Gemenge einen Tropfen SO_3, HO fallen läßt.

Ehemals wurde dies Verhalten bei der Anfertigung von Zündhölzchen benutzt; dieselben wurden an den mit S überzogenen Spitzen in einem, durch

Zinnober gefärbten Gemenge von 30 Thln. KO, ClO_5 und 10 Thln. S, mit Gummiwasser angerührt, überzogen; wurde dies Ende in concentrirte SO_3, HO getaucht, die gewöhnlich in einem Fläschchen, worin Asbest sich befand, aufbewahrt wurde, so entzündete sich die Masse, dann der S, endlich das Holz.

Man werfe KO, ClO_5 in ein etwas tiefes, mit Wasser gefülltes Glas, worin das Salz zu Boden sinkt, ohne sich merklich zu lösen; dann läßt man durch ein bis auf den Boden des Gefäßes reichendes Glasrohr, das ausgezogen ist und nur eine feine Oeffnung hat, concentrirte SO_3, HO in feinem Strahl auf das Salz fließen. Dasselbe entwickelt dann unter leichten Erschütterungen ein gelbes Gas, das das Wasser gelb färbt; wirft man dann ein Stückchen P in das Glas, so schmilzt es und entzündet sich in glänzenden Funken, so oft es mit dem sich entwickelnden Gase in Berührung kommt. Man lege einige kleine Stückchen P auf eine Glastafel und überstreue sie mit etwas KO, ClO_5; läßt man einen Tropfen SO_3, HO darauffallen, so wird der P sich augenblicklich entzünden.

4. Die unterchlorige Säure, ClO.

Man gieße fein geriebenes HgO, mit Wasser angerührt, in eine mit Cl 399
gefüllte Flasche, verschließe und schüttele gut um. Das Cl wird rasch absorbirt, es bildet sich basisches Quecksilberchlorid und ClO, die sich in Wasser löst. Um sie wasserfrei zu erhalten, leitet man trocknes Cl durch ein Glasrohr, worin HgO mit Eis umgeben. Es entwickelt sich dann ClO als Gas, das in einem von einer Kältemischung umgebenen Glase sich zu einer dunkelrothen Flüssigkeit condensirt, die bei 20^0 C. siedet. Das Gas zersetzt sich schon mit Explosion durch die Wärme der Hand, weshalb es sehr gefährlich zu handhaben ist.

Diese Säure ist das Wirkende im Chlorkalk, unterchlorigsaure Kalkerde + Chlorcalcium. Die concentrirte Lösung von ClO in Wasser färbt die Haut braungelb, bleicht Pflanzenfarben. Auf Metalle, auf P, S rc., wirkt sie kräftig oxydirend.

Fragen und Aufgaben zu schriftlicher Bearbeitung.

a. Eigenschaften der Ueberchlorsäure! — b. Wie wirkt sie auf organische Körper? — c. Eigenschaften der Chlorsäure! — d. Was entsteht, wenn ihre Salze geglüht werden? — e. Eigenschaften der chlorigen Säure, der Unterchlorsäure und der unterchlorigen Säure!

F. Die Säuren des Brom.

Die Bromsäure, BrO_5.

Träufelt man Br in eine concentrirte Kalilösung, so lange es sich noch löst, 400
kocht dann, so setzt sich bromsaures Kali in kleinen Krystallen ab. Daraus

wird die BrO_5 ebenso gewonnen, wie die ClO_5 aus dem KO, ClO_5. In gelinder Wärme ist die Säure bis zur Syrupsconsistenz einzudampfen.

G. Die Säuren des Jod.

1. Die Ueberjodsäure, JO_7.

401 Man bringe J in kleinen Antheilen in eine siedende Kalilösung, bis sich nichts mehr löst. Beim Erkalten setzt sich jodsaures Kali ab und Jodkalium bleibt in der Lösung (das man durch Abdampfen gewinnt). Man löst das jodsaure Kali in Wasser, bringt zum Sieden und setzt NaO, CO_2 zu. In diese kochende Flüssigkeit leitet man Cl, worauf sich beim Erkalten NaO, JO_7 in feinen glänzenden Büscheln absetzt. Dies Salz löst man in reiner Salpetersäure und fällt mit salpetersaurem Bleioxyd, wodurch ein weißer Niederschlag erfolgt, überjodsaures Bleioxyd, PbO, JO_7. Dies Salz wird ausgewaschen und mit verdünnter Schwefelsäure zerlegt, mit der Vorsicht, daß die Schwefelsäure nicht im Ueberschuß angewandt wird. Durch Abdampfen erhält man die Säure in farblosen Krystallen. Statt des salpetersauren Bleioxyds kann man auch durch salpetersaures Silberoxyd niederschlagen und den gelben Niederschlag, überjodsaures Silberoxyd, mit Wasser behandeln, wodurch er sich in unlösliches, basisch überjodsaures Silberoxyd und in JO_7 zerlegt. Die erhaltene krystallisirte Säure zerfällt erhitzt in O und JO_5, weiter erhitzt in J und O.

2. Die Jodsäure, JO_5.

402 Wird erhalten aus dem jodsauren Kali, KO, JO_5, das man in siedendem Wasser löst und durch Chlorbarium zersetzt, wodurch sich BaO, JO_5 niederschlägt, den man mit Schwefelsäure zerlegt. Die vom gebildeten BaO, SO_3 abgegossene JO_5 wird im Wasserbade abgedampft bis zur dünnen Syrupsconsistenz; dann läßt man sie einige Tage stehen, worauf sich schöne, durchsichtige Krystalle von wasserfreier Jodsäure bilden.

Sie röthet erst und bleicht dann Lackmuspapier; die meisten Pflanzenfarben färbt sie blaßgelb. Mit C und S erhitzt, detonirt sie.

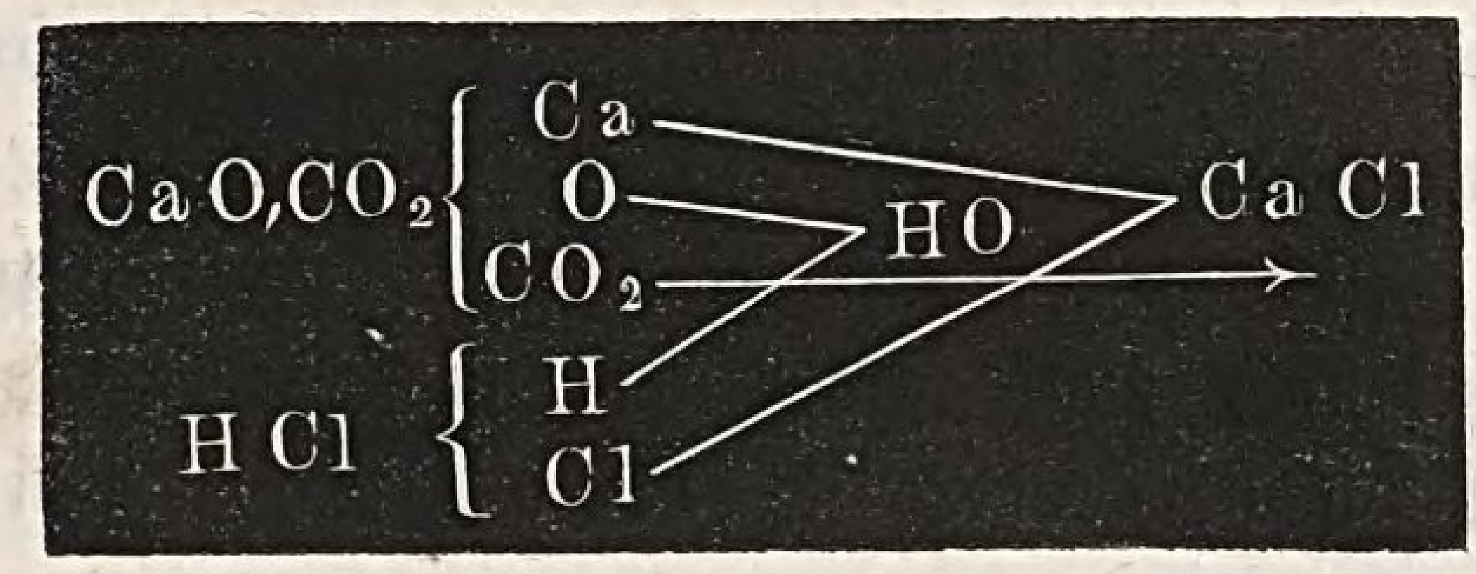
H. Vom Fluor sind keine Sauerstoffverbindungen bekannt.

J. Säuren und Oxyd des Kohlenstoffs.

1. Die Kohlensäure, CO_2.

403 In den Apparat, den wir zur Entwickelung des H benutzten, gebe man Wasser und Kreide (Marmor, Kalkstein) = kohlensaures Calciumoxyd, CaO, CO_2, und gieße durch die Trichterröhre nach und nach Salzsäure zu; unter Brausen entwickelt sich eine Luftart, CO_2, die man über Wasser in Flaschen auffängt. Bei gewöhnlicher Temperatur und Druck erscheint die CO_2 als ein farbloses,

durchsichtiges Gas. Einige Flaschen fülle man nur zur Hälfte oder $^2/_3$ des Inhalts mit CO_2, verstöpsele sie und setze sie zum spätern Gebrauche bei Seite. Im Entwickelungsgefäße bildet sich $CaCl$ durch doppelte Wahlverwandtschaft, indem die stärkere ClH die schwächere CO_2 aus dem CaO, CO_2 vertreibt und HO gebildet wird:



Die Chlorcalciumlösung filtrire man und dampfe sie bis zur Syrupsdicke ab; $CaCl$ krystallisirt daraus in klaren Krystallen, die aber rasch Wasser anziehen und zerfließen. Besser erhitzt man weiter, bis man eine weiße, krystallinische Masse erhält von bitterlichem Geschmack, die zum Austrocknen der Gase oft benutzt wird.

Statt der ClH kann man auch Salpetersäure nehmen; im Kolben bildet 404
sich salpetersaurer Kalk, der in leicht zerfließlichen Krystallen anschießt. So auch SO_3, HO; dann muß man aber die Masse oft umrühren, indem sonst der sich bildende CaO, SO_3, Gyps, im Wasser schwer löslich, die Kalkstückchen umgiebt und die weitere Einwirkung der Säure verhindert; dieser Umstand tritt deshalb im ersten Falle nicht ein, weil $CaCl$ leicht löslich ist. Wendet man Marmor an, so erhält man ein reines Gas, aus Kreide entwickelt hat aber die CO_2 stets einen fremden Geruch, von den Beimengungen der Kreide herrührend.

Statt der vorher genannten starken Säuren kann man auch Essig anwen- 405
den; diese so schwache Säure ist noch im Stande, die CO_2 auszutreiben, woraus folgt, daß diese eine sehr schwache Säure ist, d. h. meist nur schwache Affinität äußert, wozu noch ihre große Neigung kommt, Gasform anzunehmen. Aus demselben Grunde wird Lackmuspapier, feucht der Einwirkung der Säure ausgesetzt und weinroth geworden, bald wieder blau, indem die Säure verdunstet.

Man tauche einen brennenden Spahn in ein Glas mit CO_2; er erlischt 406
augenblicklich und vollständig; die CO_2 vermag das Verbrennen nicht zu unterhalten. Sperrt man ein Thier, etwa eine Maus, in ein Gefäß mit CO_2, so stirbt es unter Zuckungen, es erstickt aus Mangel an freiem O; die CO_2 unterhält das thierische Leben nicht.

Man nehme zwei Gläser mit weiter Oeffnung, oder besser zwei möglichst gleich 407
große, an einem Ende zugeblasene Glascylinder, und fülle den einen mit CO_2, indem man die Oeffnung beim Herausnehmen aus dem Auffangewasser unter Wasser mit der Hand schließt. Setzt man nun die nach unten gehaltene Oeffnung dieses Cylinders an die nach oben gekehrte Oeffnung des andern mit atmosphärischer Luft gefüllten Cylinders, beide in eine geneigte Lage bringend, so kann man die CO_2 aus dem obern Gefäße in das untere gießen; die Anwesenheit der CO_2 kann man leicht dadurch nachweisen, daß ein brennender

Spahn nun in dem untern Cylinder erlischt, hingegen in dem oberen fortbrennt. Die CO_2 ist fast $1^1/_2$mal so schwer, als atmosphärische Luft; ihr specif. Gewicht ist = 1,52.

408 Dieser Versuch des Umgießens gelingt nicht mit Gefäßen von enger Mündung, etwa aus einer Flasche, indem dann das herausfließende Gas sich rasch mit der Luft verbindet. Die Gase haben das Bestreben, sich mit einander zu mengen, was man auch daran sehen kann, daß ein Glas mit CO_2, offenstehen gelassen, nicht mehr die Wirkung der CO_2 zeigt, indem sie sich mit der Luft gemengt hat, obgleich sie als die schwere Gasart in dem Glase bleiben sollte. Man nennt dies Streben der Gase die Diffusion.

409 In die Röhre *d* des Apparates unter Nr. 38 lege man ein Stückchen K, von Steinöl mit Fließpapier gut gereinigt, entwickle CO_2, die darüber strömt, und erhitze bei *m*, wo das K liegt; dieses schmilzt, brennt und wird KO, indem es der CO_2 den O entzieht und sich durch ausgeschiedene Kohle schwarz färbt; das entstandene KO verbindet sich mit noch unzersetzter CO_2 zu KO, CO_2. Löst man das Salz in Wasser, so schwimmt darin die abgeschiedene Kohle, die man auf einem Filter sammeln kann. Einige Tropfen Schwefelsäure, in die Lösung geträufelt, verursachen ein Brausen von entweichender CO_2, zum Beweise, daß KO, CO_2 entstanden ist.

410 Die Abscheidung des C aus der CO_2 kann man auch auf folgende Art bewirken:

Man lege in eine Probirröhre etwas K und bedecke es mit KO, CO_2, das man durch Erwärmen auf einem Blech von allem Wasser befreit hat; erhitzt man nun mit der Spirituslampe, so oxydirt sich das K, indem es der CO_2, die im KO, CO_2 enthalten, den O entzieht, wobei der ausgeschiedene C die Masse schwarz färbt und beim Lösen in Wasser zurückbleibt.

411 Man nehme eine mit CO_2 gefüllte Flasche, gebe gelöschten Kalk oder Aetzkali hinein und schüttle, mit dem Finger schließend. Der Finger wird stark angedrückt; die CO_2 wird durch Aetzkalk oder Aetzkali rasch absorbirt, welches Verhalten man nicht selten benutzt, wie wir schon mehrmals sahen, um ein Gasgemenge von CO_2 zu befreien.

412 Die CO_2 besteht aus 1 Vol. O und $^1/_2$ Vol. C, zu einem Volumen verbunden, oder aus 1 At. C und 2 At. O. Wird Kohle in O verbrannt, so ändert sich das Volumen nicht, obgleich aller O verschwunden ist; also muß die CO_2 aus gleichen Volumen C und O bestehen. 1 Vol. CO_2 wiegt 1,529 (specif. Gewicht); 1 Vol. O aber 1,105; in 1,529 Gewichtstheilen CO_2 sind also 1,529 — 1,105 = 0,424 Gewichtstheile C enthalten, also:

$$\overset{CO_2}{1{,}529} : \overset{C}{0{,}424} = 100 : x,$$

woraus sich ergiebt:

$$\begin{aligned} C &= 27{,}7 \\ O &= 72{,}3 \\ \hline CO_2 &= 100 \end{aligned}$$

Da nun das specif. Gewicht des Kohlendampfes = 0,83, so muß, da $0{,}424\ C = \frac{0{,}83}{2}$, in der CO_2 enthalten ist, dieses aber die Hälfte des Gewichtes der C ausmacht, in der CO_2 ein halbes Volumen Kohlengas enthalten sein.

Man nehme eine von den Flaschen, die nur zum Theil mit CO_2 gefüllt 413
sind, nehme den Stöpsel ab und schüttle lebhaft um, mit dem Finger schließend. Der Finger wird angedrückt, also hat eine Absorption der CO_2 stattgefunden. Das Wasser absorbirt die CO_2, sie ist in Wasser löslich, und zwar vermag 1 Maaß Wasser 1 Maaß CO_2 unter gewöhnlichem Drucke aufzunehmen, viel mehr aber, wenn das Gas hineingepreßt wird. Dies Wasser röthet Lackmuspapier und hat einen schwach säuerlichen, kühlenden Geschmack.

Um mehr CO_2 mit dem Wasser zu verbinden, also durch vermehrten Druck, 414
bedient man sich des sogenannten Liebig'schen Gaskruges (Fig. 41). Derselbe stellt einen großen Krug von Steingut dar, welcher durch einen Boden *A*, bei *a* durch einige sehr feine Oeffnungen durchbohrt, in zwei ungleich große Räume getheilt ist. Die Oeffnung *b* führt in den untern Raum *B*, die Halsöffnung des Kruges in den obern Raum *C*; beide sind luftdicht mit einer Zinnfassung umgeben. Durch die obere Oeffnung geht eine Zinnröhre bis fast auf den Boden *A*, die am untern Ende einen durchlöcherten (Sieb-) Boden hat, und deren Kopf durch Einsatzstücke, die in Schrauben an der Röhre auf- und abgehen, in die Fassung und in die Oeffnung des Kruges gedrückt wird. Der Kopf der Röhre trägt eine Querröhre, die inwendig durch einen kleinen Zinncylinder geschlossen ist; dieser Cylinder kann innerhalb der Röhre heruntergedrückt werden; eine Spiralfeder hebt ihn wieder beim Nachlassen des Druckes. In dem Raume *C* befindet sich Wasser, Wein, überhaupt die Flüssigkeit, die man mit CO_2 imprägniren will. In den Raum *B* gießt man durch die Oeffnung *b* etwas Wasser ein, und giebt doppelt kohlensaures Natron, $NaO, 2\ CO_2$, und Weinsteinsäure (eine krystallisirte Säure, die aus dem doppelt weinsteinsauren Kali, Weinstein, gewonnen wird, der in den Weinfässern aus dem Weine sich absetzt) hinein, worauf man rasch schließt. Die Weinsteinsäure, in dem Wasser schmelzend, zersetzt das $NaO, 2\ CO_2$, es entsteht weinsaures NaO, und die CO_2 entweicht durch die Oeffnungen des Bodens *A* und geht in den obern Raum *C*, sich mit der dort befindlichen Flüssigkeit verbindend. Da sie sich in großer Menge entwickelt, so übt sie, vermöge ihrer Ausdehnsamkeit, auf sich selbst einen starken Druck aus, wodurch die Flüssigkeit viel CO_2 aufnimmt. Nachdem man den Krug einige Zeit hat stehen

Fig. 41.



lassen, ist der Prozeß beendet; drückt man nun auf den Knopf oben, so wird die Oeffnung des Ausflußrohres frei, woraus jetzt die Flüssigkeit ausströmt; die CO_2 nämlich, die sich im obern Raume ansammelt und stark zusammengedrückt ist, dehnt sich aus und preßt das kohlensaure Wasser, Wein ꝛc. durch die Abflußröhre.

415 Ein solches, stark mit CO_2 beladenes Wasser entwickelt bald Gasblasen, die besonders vom Boden aus aufsteigen. Wirft man ein Stück Zucker hinein oder setzt gepulverten Zucker zu, so tritt ein lebhaftes Aufbrausen von Gasblasen ein, die besonders vom Zucker ausgehen. Dieses Ausscheiden der CO_2 an den Wänden hat darin seinen Grund, daß jedes Theilchen CO_2 an der Wand nicht mehr, wie im Innern der Flüssigkeit, rundum von Wassertheilchen umgeben sich findet, sondern an der einen Seite von der Wand viel weniger zurückgehalten wird; diese Theilchen nehmen daher zuerst Gasform an, vergrößern sich durch ebenfalls so ausgeschiedene Gasbläschen, und steigen an die Oberfläche der Flüssigkeit. Läßt man ein solches kohlensaures Wasser an der Luft stehen, so wird es bald wieder gewöhnliches Wasser, indem die CO_2 an der Oberfläche langsam abdunstet; durch Kochen oder unter der Luftpumpe verliert das kohlensaure Wasser ebenfalls seine CO_2. Kohlensaures Wasser ist zum Trinken angenehmer und besser durstlöschend, als gewöhnliches. Es wird deshalb auch im Großen bereitet, indem man durch Druckpumpen Wasser mit CO_2 beladet.

416 An vielen Stellen der Erde, in Deutschland bei Selters, Pyrmont, Carlsbad, Rösdorf und anderen fließen stark mit CO_2 beladene Quellen, die außer der CO_2 noch kohlensaure Alkalien und Erden, kohlensaures Eisen und andere Stoffe enthalten, wodurch sie zu Heilmitteln werden, die in der Heilkunde häufig Anwendung finden; man nennt solche Wasser Säuerlinge, Sauerwasser, und sie finden sich besonders in solchen Gegenden, die alte erloschene Vulkane aufzuweisen haben. Man versendet sie gewöhnlich in Krügen, deren Stöpsel mit Draht an den Hals des Kruges festgebunden und durch Umhüllung mit Pech noch mehr geschützt sind. Löst man den Stöpsel, so fliegt er mit einem Knall aus dem Halse des Kruges, durch die sich entbindende CO_2; man muß rasch ausgießen, indem das Wasser sonst aus dem Kruge quillt. Selterswasser wird gewöhnlich mit gepulvertem Zucker (auch Wein) vermischt, wodurch ein lebhaftes Brausen entsteht, während dessen man trinkt.

417 Solche Wasser stellt man jetzt, da die Chemie die Bestandtheile der kohlensauren Quellwasser genau kennen gelehrt hat, künstlich dar (Struve'sche Wasser), indem man die festen Bestandtheile in Wasser löst, das mit CO_2 durch Druck beladen ist.

418 Manche geistige Getränke, Flaschenbier, Champagner, enthalten ebenfalls CO_2, die durch Gährung gebildet und vor Vollendung der Gährung zurückgehalten wird; beim Oeffnen der Flasche entweicht CO_2 mit Knall und Brausen.

Die CO_2 findet sich in der Natur in vielen Gesteinen gebunden, in 419
Salzen, wie im kohlensauren Kalk, der im Haushalte der Natur eine so große Rolle spielt; man nannte sie deshalb zuerst fixe Luft. In vulkanischen Gegenden hauchen noch thätige Vulkane große Mengen von CO_2 aus; längst erloschene Vulkane treiben CO_2 aus Spalten und Klüften des Bodens, wie am Laacher See, die oft in Grotten und Höhlungen, wo kein Luftwechsel stattfindet, sich vermöge ihrer Schwere zu einer beträchtlichen Schicht am Boden ansammelt. Thiere, deren Kopf nicht aus dieser Schicht hervorragt, sterben rasch, während der Mensch, dessen Kopf so viel höher steht, ohne Gefahr in solchen Räumen einhergehen kann. Dies ist der Fall in der Hundsgrotte bei Neapel; ein Hund, in diese Grotte gebracht, stirbt rasch unter Zuckungen; so in der Dunsthöhle bei Pyrmont.

Bei allen unseren Verbrennungen wird CO_2 aus den brennenden Kohlen 420
und dem O der Luft neben Kohlenoxydgas gebildet; man benutzt dies wohl, um CO_2 zu technischen Zwecken zu gewinnen, wie zur Bereitung des kohlensauren Bleioxyds, des Bleiweißes, indem man atmosphärische Luft durch eine Feuerstätte treibt, wodurch man ein Gasgemenge von N, CO_2 und Kohlenoxydgas erhält; N und Kohlenoxydgas bleiben unabsorbirt. Viel CO_2 wird auch der Luft durch's Ausathmen der Menschen und Thiere mitgetheilt; ein Erwachsener athmet täglich etwa 20 Kubikfuß CO_2 aus. Der O, den wir in Verbindung mit N als atmosphärische Luft einathmen, oxydirt das Blut, verbindet sich mit dem C, der namentlich im Blute befindlich ist, zu CO_2, die nun beim Ausathmen aus der Lunge tritt, wie man leicht durch die Trübung nachweisen kann, welche die ausgeathmete Luft in Kalkwasser hervorbringt, wenn man sie durch eine Glasröhre hineinbläst; die CO_2 beträgt etwa 3,45 Proc. von der ausgeathmeten Luft. Durch die geistige Gährung bei der Darstellung von Bier, Wein, Branntwein entsteht ebenfalls viel CO_2, indem der Zucker der Stoffe, woraus die geistigen Getränke gebildet werden (Kartoffeln, Weizen, Gerste, Traubensaft), in Weingeist und CO_2 zerfällt; die CO_2 entweicht langsam mit Brausen, was man eben »Gähren« nennt. Es ist oft gefährlich, in Räume, wo gährende Getränke stehen, zu gehen, indem die CO_2, wenn nicht gehörig für Ventilation (Luftwechsel) gesorgt ist, sich dort stark anhäuft; bevor man solche Räume betritt, sollte man eine brennende Kerze hineinbringen, deren schlechtes Brennen oder gar Erlöschen die Gegenwart der CO_2 anzeigt, und zahlreiche Unglücksfälle beweisen die Nothwendigkeit dieser Vorsichtsmaßregel. Ist ein Luftwechsel nicht herzustellen, so soll man gelöschten Kalk hineinwerfen; eine sehr gut CO_2 absorbirende Masse bildet trocknes Kalkhydrat mit gleichen Theilen pulverisirten Glaubersalzes gemengt. Durch ein Kissen, gefüllt mit einer zolldicken Lage dieser Mischung, kann man ganz bequem athmen, indem die CO_2 vollständig absorbirt wird; ein solches Kissen, um Mund und Nase gebunden, könnte ein Mittel abgeben, aus mit CO_2 beladenen Räumen gefahrlos schon betäubte und dem Erstickungstode nahe Personen zu retten. Ferner wird durch den Verwesungs- und Fäulnißprozeß thierischer und pflanzlicher Stoffe viel CO_2 erzeugt.

Trotz dieser Menge entstehender CO_2 ist dieselbe zwar ein beständiger, aber nicht bedeutender Bestandtheil der atmosphärischen Luft, $^1/_{25}$. Die Pflanzen nehmen die meiste CO_2 auf, assimiliren (verwandeln in ihre Bestandtheile) den C und hauchen O aus, den nun wieder die Thiere ein- und wieder als CO_2 ausathmen, wodurch eben das Gleichgewicht zwischen dem O und der CO_2 hergestellt wird.

421 Die CO_2 läßt sich durch starken Druck, von 36 Atmosphären, d. h. von 540 Pfund auf 1 Quadratzoll, als eine Flüssigkeit darstellen.

Faraday, ein berühmter englischer Physiker, condensirte sie in einer gebogenen, sehr starken Glasröhre, die so gebogen war, daß man ohne gegenseitige Berührung ein kohlensaures Salz und eine Säure hineinbringen konnte, worauf sie zugeblasen wurde. Drehte man die Röhren nun so, daß die Säure auf das Salz floß, so wurde CO_2 entbunden, die nun, in so engem Raume eingeschlossen, einen so starken Druck auf sich selbst ausübte, daß ein Theil liquid (flüssig) wurde; kühlte man das zugeschmolzene Ende in einer Kältemischung ab, so sammelte sich hier die condensirte CO_2. Meist wird die Röhre aber zertrümmert; versucht man, die Röhre mit der condensirten CO_2 abzubrechen, so wird sie gewaltsam mit Explosion in Stücke zertrümmert.

Der Franzose Thilorier construirte einen Apparat von Gußeisen, der aus zwei Cylindern bestand; in dem einen wurde CO_2 entwickelt, die in dem andern durch ihren eigenen Druck und durch starke Abkühlung condensirt wurde; seitdem durch das Springen dieses Apparates ein Chemiker das Leben verlor, wendet man nicht mehr Cylinder von Gußeisen, sondern von Blei an, welche mit kupfernen Büchsen fest und dicht umgeben und durch Reifen und Stäbe von Schmiedeeisen zusammengehalten sind.

Natterer in Wien hat einen Apparat construirt, der mit vollkommener Sicherheit Einfachheit verbindet. *l*, Fig. 42, ist ein festes Rohr von Schmiedeeisen, in dem sich eine Stange *k* auf- und abbewegt, die einen ganz dicht anliegenden Kolben trägt; die Bewegung dieser Stange wird durch eine Kurbel mit Schwungrad vermittelt; ein Messingstück bei *k*, mit dem die Stange verbunden ist, und das in einer Rinne zwischen dicken Balken sich bewegt, erhält die Stange *k* in senkrechter Lage. *s* ist ein Schlauch von Kautschuk, an das Rohr *l* angesetzt, der zu einer längern Chlorcalciumröhre, zum Trocknen des Gases, und von da zu einem Gasometer voll CO_2 führt. Die Pumpenröhre *l* trägt oben eine starke Flasche *r* von Schmiedeeisen (in Fig. 43 vergrößert dargestellt), auf 150 Atmosphärendruck geprüft; da wo sie durch eine Schraube mit der Pumpenröhre verbunden ist, befindet sich ein nach Innen sich öffnendes, nach Außen sich schließendes Ventil. Der untere Theil von *r* ist mit einem Kupfergefäße *p* umgeben, welches eine Kältemischung enthält. Die Flasche *r* hat oben einen Ansatz *g* (s. Fig. 43) von Eisen, der eine Messingröhre *n* mit feiner Oeffnung trägt; dieser Ansatz ist senkrecht durchbohrt und durch eine Schraube *t* geschlossen; diese verschließt auch den Canal, der aus der Flasche in die Röhre führt, dergestalt, daß Gas bei *n* ausströmt, sobald sie in

die Höhe geschraubt wird. Bei der Umdrehung der Kurbel wird der Kolben unter die Oeffnung gezogen, durch welche CO_2 in die Pumpenröhre strömt; bewegt sich nun der Kolben wieder in die Höhe, so wird CO_2 in *r* gepreßt, wo

Fig. 42.

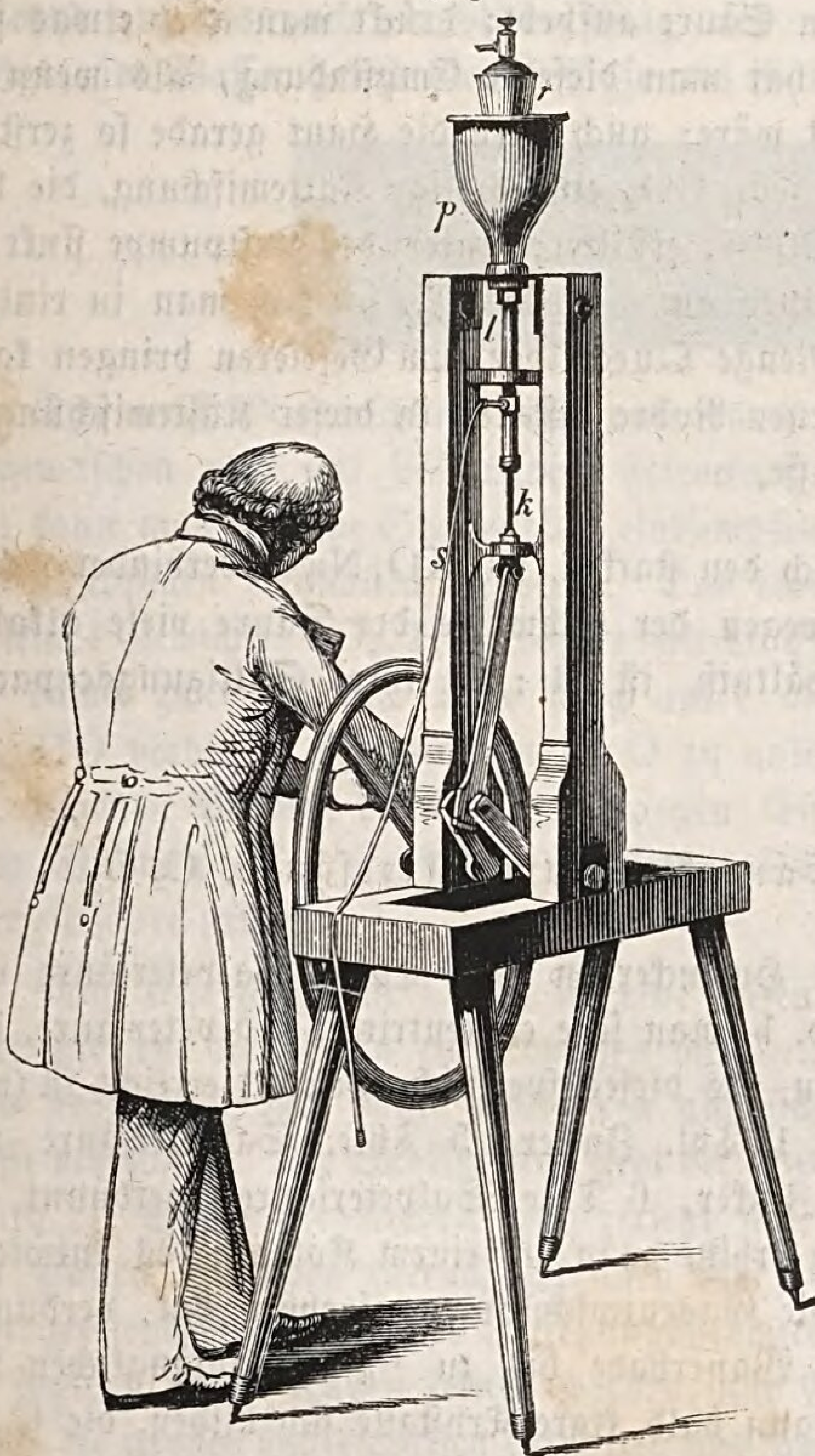
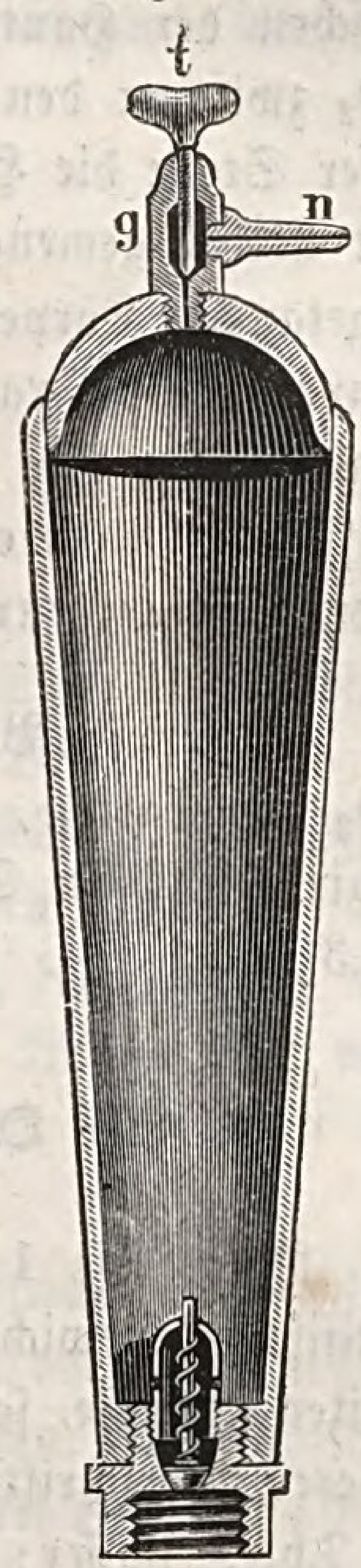


Fig. 43.



sie sich verdichtet, indem das Ventil den Wiederaustritt des Gases jedes Mal verhindert. Man bestimmt vor dem Versuche das Gewicht der Flasche *r*, und macht dann etwa 30 Umdrehungen, worauf man bei *t* öffnet und Gas und atmosphärische Luft bei *n* ausströmen läßt. Nachdem *n* wieder verschlossen, beginnt das Einpumpen; nach dem Einpumpen von 2 bis 3 Kubikfuß CO_2 wird die Flasche gewogen, bis sie eine Gewichtszunahme von 450 Grammen (30 Loth ungefähr) zeigt; dann ist die Flasche zu zwei Drittheilen mit liquider CO_2 gefüllt. Setzt man nun die Flasche umgekehrt in eine Kältemischung und öffnet *n*, so strömt ein Strahl flüssiger CO_2 hervor, der ganz milchig erscheint, in Folge der äußerst raschen Verdunstung eines Theils der Säure, wodurch so viel Wärme gebunden wird, daß der andere Theil fest wird und in schneeähnlichen Flocken an die Wände eines Metallgefäßes sich anlegt, in das man den Strahl hineinleitet; hierbei sinkt die Temperatur bis unter — 70°.

Im festen Zustande geht die Verdampfung der CO_2 viel langsamer vor sich wegen ihrer schlechten Wärmeleitungsfähigkeit; legt man etwas feste CO_2 auf die Hand, so verdampft sie langsam, wobei man keine sehr starke Kälte empfindet, weil die ringsum sich entwickelnde gasförmige CO_2 die Berührung zwischen der Haut und der festen Säure aufhebt; drückt man aber etwas feste CO_2 zwischen den Fingern, so hat man dieselbe Empfindung, als wenn an dieser Stelle die Haut verbrannt wäre; auch wird die Haut gerade so zerstört. Mit Aether gemengt, bildet die feste CO_2 eine breiige Kältemischung, die hineingetauchte Körper bis zu — 90° C. erkältet; unter der Luftpumpe sinkt die Temperatur bei raschem Auspumpen auf — 100° C., so daß man in einigen Augenblicken eine beträchtliche Menge Quecksilber zum Gefrieren bringen kann. Flüssige CO_2 in einem geschlossenen Rohre erstarrt in dieser Kältemischung zu einer glasigen, durchsichtigen Masse.

422 Mit vielen Basen, namentlich den starken, wie KO, Na O, verbindet sich die CO_2 zu Salzen, von denen wegen der Schwäche der Säure viele alkalisch reagiren. Ihr Sättigungsverhältniß ist 1 : 2; ihre Sättigungscapacität = 36,35.

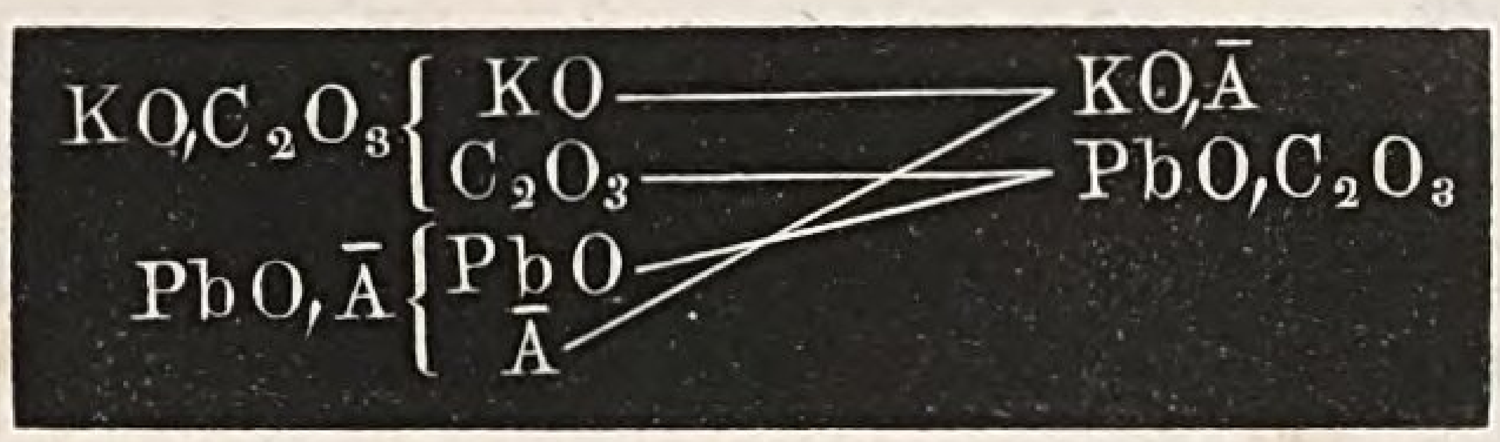
2. Die Oxalsäure, Sauerkleesäure, Kleesäure, C_2O_3.

423 Man löse 1 Thl. trocknen Hutzucker in 8¼ Thln. Salpetersäure vom specifischen Gewichte = 1,38, d. h. man setze concentrirter Salpetersäure, dem zweiten Hydrate, so viel Wasser zu, bis dieses specifische Gewicht erreicht ist (nach anderer Vorschrift nehme man 1 Thl. Zucker, 5 Thle. Salpetersäure und 10 Thle. Wasser; oder 1 Thl. Zucker, 6 Thle. Salpetersäure, verdünnt mit 2 Thln. Wasser). Diese Lösung erhitze man in einem Kolben; es entwickelt sich CO_2 und NO_2. Sobald die Gasentwickelung aufgehört hat, verdunstet man in einer Porzellanschale im Wasserbade bis zu ⅙ des anfänglichen Volumens und läßt erkalten, wo dann bald klare Krystalle sich bilden, die C_2O_3 sind. Die abgegossene Mutterlauge wird im Wasserbade eingetrocknet, dann in wenig siedendem Wasser gelöst und zum Anschießen hingestellt. Man erhält so 58 bis 60 Procent C_2O_3 vom Gewichte des angewandten Zuckers. Die Krystalle legt man an einen warmen Ort, wo sie sich bald mit einem Mehl bedecken und endlich zu Pulver verwittern; löst man diese verwitterte Säure wieder und läßt krystallisiren, so erhält man fast reine C_2O_3. Statt des Zuckers kann man auch Stärke nehmen, 1 Thl. zu 4 Thln. Salpetersäure.

424 Die C_2O_3 ist also eine krystallisirende Säure; die Krystalle enthalten 3 HO, von denen sie 2 HO durch Verwittern verlieren. Die Säure röthet Lackmuspapier und schmeckt scharf sauer.

425 Eine andere Bereitungsart ist folgende aus dem Kleesalz, Sauerkleesalz, zweifach oxalsaurem Kali, das aus den Blättern des Sauerklees, Oxalis Acetosa und Acetosella gewonnen wird, indem man den Saft klärt, abdunstet, die Krystalle durch Umkrystallisiren reinigt 2c.; daher auch der Name »Kleesäure«,

»Oxalsäure«. Die durchsichtigen Krystalle (in jeder Apotheke) werden in warmem Wasser gelöst und dann so lange kohlensaures Kali zugesetzt, als noch ein Brausen entsteht und Lackmuspapier sich röthet, wodurch man einfach oxalsaures Kali erhält. Dann setzt man so lange von einer Lösung von essigsaurem Bleioxyd zu, als noch ein Niederschlag von unlöslichem oxalsauren Bleioxyd erfolgt; im Wasser gelöst bleibt essigsaures Kali:



Der weiße Niederschlag wird auf einem Filter mit warmem Wasser gut ausgewaschen und auf Löschpapier getrocknet. Die Lösung des essigsauren Kali kann man bis zur Syrupsdicke eindampfen, worauf das Salz in blättrigen oder schuppigen Krystallen anschießt. Das trockne oxalsaure Bleioxyd wird mit $\frac{1}{3}$ seines Gewichtes SO_3, HO, vorher mit 10 Thln. Wasser verdünnt, übergossen, und damit zwei bis drei Tage lang unter öfterem Umrühren digerirt. Die SO_3, HO verbindet sich mit dem PbO zu unlöslichem PbO, SO_3, einem weißen, schweren Pulver, die $C_2 O_3$ hingegen löst sich in dem Wasser und wird durch Eindampfen in Krystallen erhalten. Durch Chlorbarium kann man auf Schwefelsäure prüfen.

Man lege zerfallene $C_2 O_3$ in eine unten geschlossene etwas weite Glas- 426
röhre und setze dieselbe in ein Töpfchen mit Oel, das man mit der Lampe erhitzt. Man sieht die Säure dann sublimiren und sich zu einer weißen, krystallinischen Masse verdichten. Die Sublimation geht bei 150° C. vor sich; bei 160—170° C. geräth die Säure ins Kochen und zersetzt sich, was sich durch einen stechenden, zum Husten reizenden Geruch erkennen läßt; so weit darf also die Erhitzung nicht getrieben werden. Die Zersetzungsproducte sind CO_2, Kohlenoxydgas, das wir sogleich näher kennen lernen werden, und Ameisensäure, eine ätzende Säure, welche die großen Waldameisen enthalten und gereizt verspritzen, wodurch auf der Haut ein Jucken entsteht. Die $C_2 O_3$ ist also sublimirbar. Die Verunreinigungen, gewöhnlich oxalsaures Kali oder oxalsauerer Kalk, bleiben auf dem Boden des Glascylinders. Die sublimirte Säure enthält, wie die verwitterte, 1 Atom Wasser = 20 Procent.

Die $C_2 O_3$ löst sich in 8 Thln. kaltem Wasser; in siedendem fast in allen 427
Verhältnissen, so daß sich beim Erkalten reichlich Krystalle bilden. Sie ist auch löslich in Alkohol.

Man erhitze $C_2 O_3$ auf einem Platinblech über der Lampe; die Säure 428
schmilzt, entzündet sich und verbrennt, wenn sie rein war, ohne Rückstand. Es entsteht dann CO_2; aus $C_2 O_3$, wenn 1 O der Luft hinzutritt, entsteht $C_2 O_4 = 2\,CO_2$. — Sauerkleesalz verwandelt sich, auf dem Platinbleche erhitzt, in KO, CO_2, indem die Säure sich in CO (Kohlenoxydgas) und CO_2 zerlegt, welche letztere zum KO geht.

429 Träufele einige Tropfen einer Lösung von C_2O_3 in Kalkwasser; es zeigt sich ein weißer Niederschlag von oxalsaurem Kalk, ein in Wasser ganz unlösliches Salz. Setzt man einige Tropfen Salpetersäure zu, so löst sich der Niederschlag wieder. In einer Lösung von Kleesalz bringt Chlorcalcium ebenfalls einen Niederschlag von oxalsaurem Kalk hervor. Wäscht und trocknet man den Niederschlag und glüht ihn schwach, so erhält man CaO, CO_2, und CO (Kohlenoxydgas) geht fort.

430 Man lege Eisenfeile in eine Lösung von C_2O_3; das Eisen wird sich lösen und ein Salz in grünen Krystallen anschießen, saures oxalsaures Eisenoxydul, FeO, C_2O_3; glüht man dieses Salz, so geht CO_2 fort, und es bleibt metallisches Eisen.

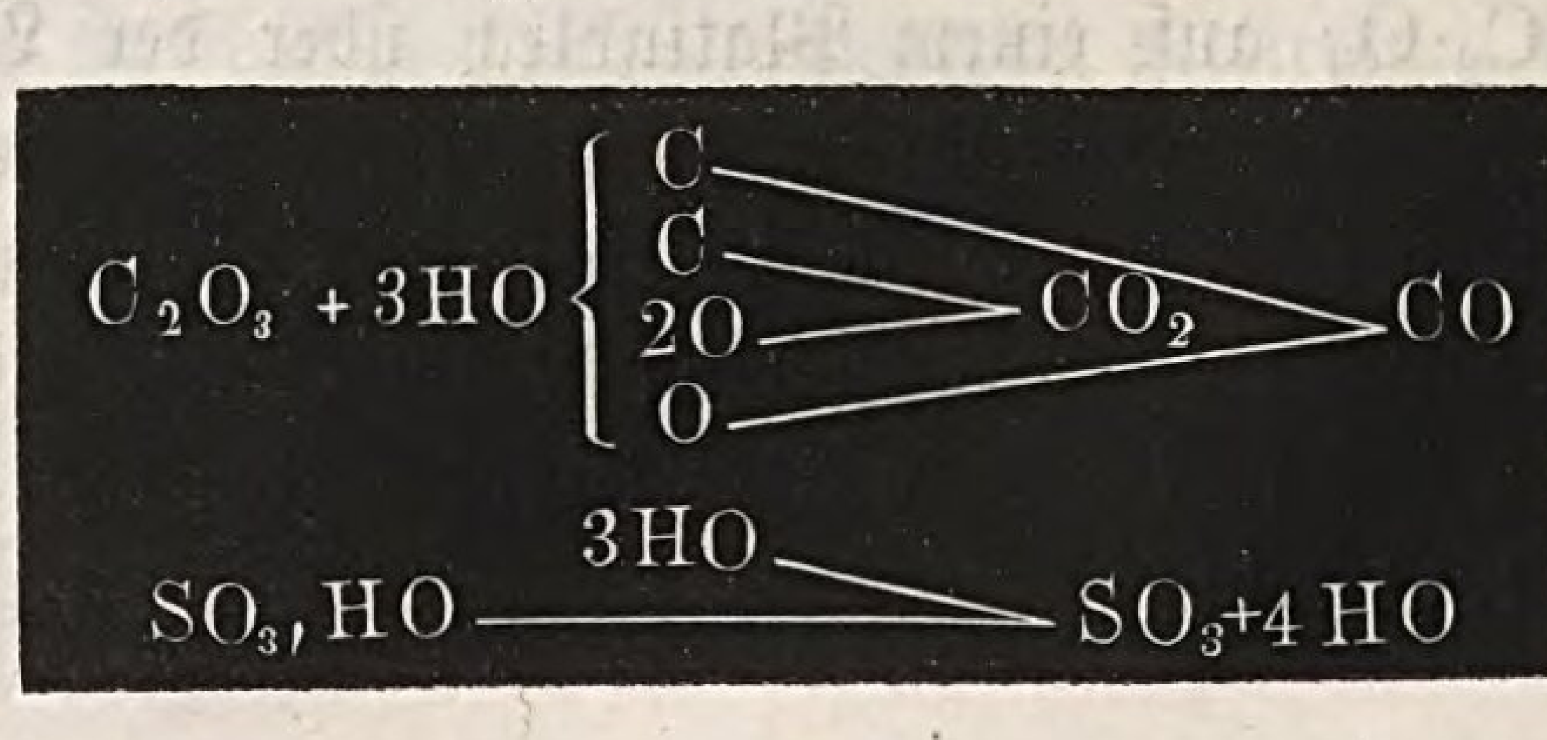
431 Man tauche einen Streifen Fließpapier in eine Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydul und dann in Aetzammoniak (Salmiakgeist); dieses entzieht dem Eisenvitriol die Schwefelsäure, und das Papier färbt sich grün und beim Trocknen gelb, weil durch höhere Oxydation sich Eisenoxyd bildet. Setzt man nun hier und da Oxalsäure auf, so erscheinen beim Spülen diese Stellen im Papier weiß, da die C_2O_3 das Eisenoxyd weggenommen hat. Dieses Verfahren benutzt man in der Druckerei, um durch Eisenoxyd gelb oder braun gefärbte Zeuge mit weißen Stellen zu versehen. Aus diesem Grunde entfernt C_2O_3 oder Kleesalz auch die Dinteflecken aus Papier oder Zeug, indem sie das Eisenoxyd löst und damit die schwarze Farbe des gerbsauren Eisenoxyds verschwinden macht.

432 Die C_2O_3 wirkt, in concentrirter Lösung innerlich genommen, giftig und tödtet, ist dagegen unschädlich als verdünnte oder Kleesalzlösung, viel mehr in der Medicin als Heilmittel angewandt.

433 Die C_2O_3 wurde von Scheele entdeckt.

3. Kohlenoxydgas, CO.

434 Man übergieße krystallisirte C_2O_3 (besser noch zerfallene) mit dem sechsfachen Gewichte concentrirter Schwefelsäure, am Besten rauchender, in einer etwas weiten, mit Entwickelungsrohr versehenen Probirröhre oder in einem kleinen Kolben, und erhitze aus der Sandkapelle. Die C_2O_3 löst sich erst in der Schwefelsäure, bald aber entwickelt sich ein Gas, das man über Wasser auffängt. Es ist ein Gemenge von CO_2 und CO zu gleichem Volumen. Die Schwefelsäure entzieht nämlich der C_2O_3 ihre 3 Atome Wasser, wodurch sie in CO_2 und CO zerfällt; die SO_3, HO wird nur verdünnt:



In die mit dem Gasgemenge gefüllten Flaschen bringt man etwas Kalkmilch oder Aetzkalilösung, welche die CO_2 absorbirt. Besser ist es, das Gas durch eine Waschflasche mit Kalkmilch streichen zu lassen, wodurch man gleich CO erhält.

CO ist ein farb-, geruch- und geschmackloses Gas vom specifischen Ge- 435
wicht = 0,97.

Auf sehr bequeme Art kann man CO auf folgende Weise gewinnen: 436
Man lege in ein Kochfläschchen oder in ein weiteres Probirrohr mit Entwickelungsrohr Blutlaugensalz, Kaliumeisencyanür = $2\,K\,Cy + Fe\,Cy + 3\,HO$, das wir beim Kohlenstoff, Cyan, kennen gelernt haben, und übergieße mit concentrirter Schwefelsäure. In der Sandkapelle erhitzt, entwickelt dies Gemenge reichlich CO (1/2 Unze Kaliumeisencyanür giebt mehr als 300 Kubikzoll Gas); der C des Cy oxydirt sich dabei zu CO, wozu das vorhandene Wasser seinen O hergiebt. Von gebildetem Berliner Blau färbt sich der Rückstand bei Luftzutritt blau.

CO_2, durch ein glühendes Rohr mit Kohlenstücken geleitet, nimmt noch einmal 437
so viel C auf, als sie schon hat und wird CO. Auch entsteht CO, wenn man ein inniges Gemenge von CaO, CO_2 und Holzkohlenpulver in einer Thon- oder Eisenretorte erhitzt; die CO_2 des Kalks verbindet sich, durch die glühenden Kohlen streichend, mit C und wird CO.

Läßt man das Gas aus einer Glockenflasche mit Spitzrohr strömen und 438
entzündet es, so verbrennt es mit schön blauer Flamme, die ziemlich stark leuchtet. Das Verbrennungsproduct ist CO_2. 1 Maaß CO bedarf zum Verbrennen 1/2 Maaß O und es bleibt 1 Maaß CO_2; im CO ist also der C mit halb so viel O als in der CO_2 verbunden, oder 1 Vol. CO besteht aus 1/2 C und 1/2 O. Mengt man es im Wasserstoff-Eudiometer mit atmosphärischer Luft und entzündet durch den elektrischen Funken, so sieht man eine einzelne blaue Flamme sich langsam herabsenken; ebenso, wenn man Platinschwamm zur Entzündung anwendet. Dabei wird kein HO gebildet, also enthält CO kein H.

Man menge CO mit H und leite durch eine glühende Glasröhre; es 439
bildet sich dann HO, und Kohle setzt sich ab.

CO röthet nicht Lackmuspapier, verbindet sich auch nicht mit Säuren oder 440
Basen.

Oft hat man Gelegenheit, in unseren Stubenöfen, worin Steinkohlen ge- 441
brannt werden, zu beobachten, wie sich kleine, schnell hin und her zuckende blaue Flämmchen zeigen, besonders wenn angefeuchtetes Kohlenklein auf schon brennende Kohlen gelegt wird; es ist brennendes CO. In diesem Falle ist das freie Durchstreichen des O gehindert, es kann sich nicht mehr CO_2 bilden, sondern es entsteht auch, wie bei jeder unvollständigen Verbrennung, CO. Dasselbe geschieht, wenn man einen Ofen mit Holzkohlen ziemlich hoch füllt: die unten liegenden Kohlen verbrennen lebhaft, weil der O unbehindert einströmen kann; hier ist also die Temperatur am höchsten; oben findet nur Verbrennung

durch den heißen Gasstrom Statt, hier wird aus der CO_2 Kohlenoxydgas gebildet, weshalb die Temperatur viel niedriger. In freier Luft, also oberhalb der obern Kohlenschicht, verbrennt das CO wieder zu CO_2.

442 CO wirkt giftig auf das thierische Leben; Thiere sterben in einer Atmosphäre, die einige Procente CO enthält; Menschen, die nur einige Zeit in einem verschlossenen Raume verweilen, in welchem glühende Kohlen sind, deren Verbrennungsproducte nicht gleich fortgeführt werden, empfinden Kopfschmerz und Uebelkeit, längeres Verweilen zieht Betäubung und Tod nach sich, was zahlreiche Unglücksfälle beweisen. Oft schon ist ein Kohlenbecken mit glühenden Kohlen die Ursache selbstmörderischen Todes gewesen.

443 In Wasser ist CO wenig löslich; 15 Raumtheile verschlucken 1 Raumtheil. Es ist von Priestley entdeckt worden.

Fragen und Aufgaben zu schriftlicher Bearbeitung!

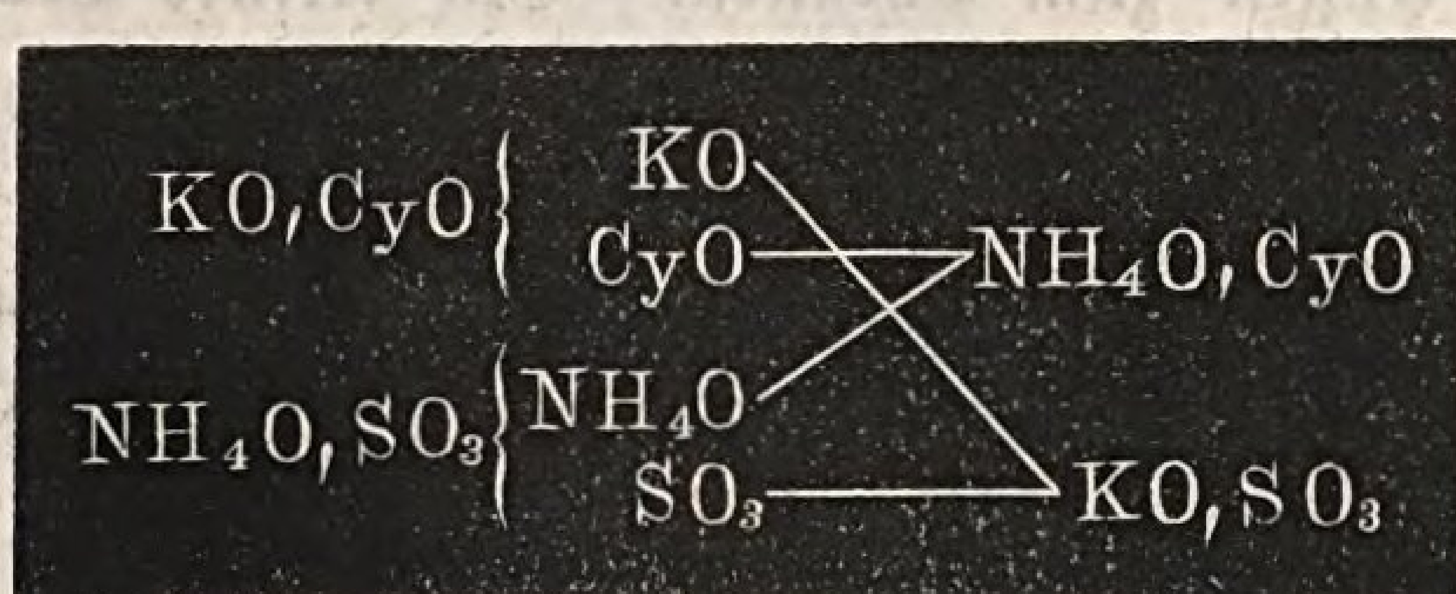
a. Eigenschaften der Kohlensäure! — b. Wie kann man den C in der CO_2 nachweisen? — c. Wie kann man nachweisen, daß wir CO_2 aushauchen? — d. Durch welchen chemischen Prozeß entsteht die meiste Kohlensäure? — e. Wie kommt es, daß feste CO_2, lose auf die Hand gelegt, kaum die Stelle erkältet? — f. Wie erklärt sich das Ausströmen der CO_2 aus Erdspalten in vulkanischen Gegenden? — g. Wie stellt man sich die CO_2 zu technischen Zwecken dar? — h. Eigenschaften der Oxalsäure! — i. Wie findet sich die C_2O_3 in der Natur? — k. Was sind die Producte ihrer Zersetzung durch Wärme? — l. Wodurch kann man die Gegenwart der C_2O_3 in Lösungen nachweisen? — m. Wie wird C_2O_3 in den Gewerben benutzt? — n. Eigenschaften des Kohlenoxydgases. — o. Welche sind die Verbrennungsproducte des Kohlenoxydgases? — p. Wie kann man nachweisen, daß CO Kohlenstoff enthält? — q. Warum nennt man CO eine indifferente Verbindung? — r. Wie kann man aus CO_2 Kohlenoxydgas machen? — s. Wann entsteht überhaupt Kohlenoxydgas? — t. Wie ließe sich die leichte Umwandlung der CO_2 in CO technisch benutzen?

Die Säuren des Cyans.

Die Cyansäure. $= CyO = C_2N + O$.

444 Man zerreibe in einem Mörser Kaliumeisencyanür, Blutlaugensalz, so gut es angeht, und erhitze das Pulver in einem eisernen Gefäß oder auf einer Eisenblechplatte durch die Spirituslampe, bis alles Wasser aus dem Salze entfernt ist. Dann behandele man $KO; CO_2$ ebenso, bis es ganz trocken ist. 8 Thle. von dem entwässerten Cyaneisenkalium vermengt man innig mit 3 Thln.

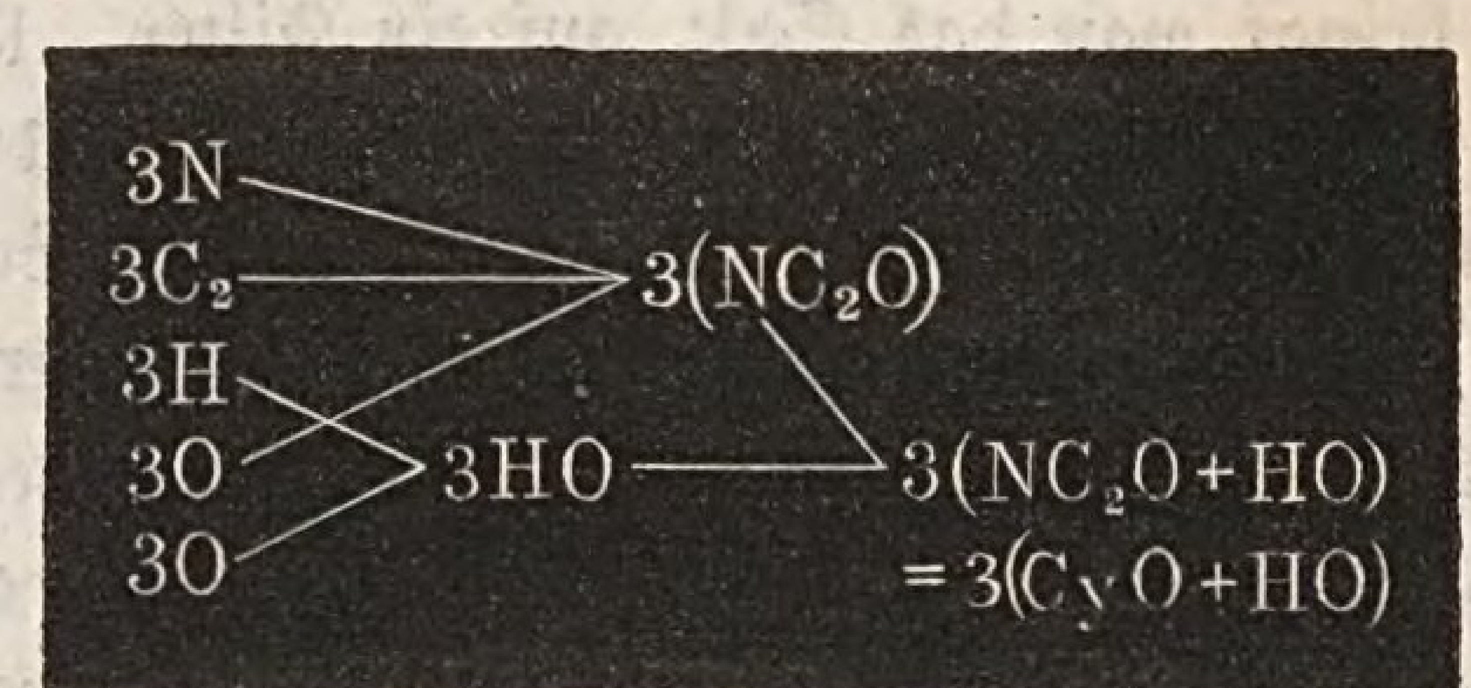
KO, CO_2, trägt in einen Thontiegel, bringt die Masse bei schwachem Feuer zum Schmelzen und läßt bei schwacher Glühhitze einige Zeit darin, bis eine Probe, mit einem Glasstabe herausgenommen, weiß erscheint. Man hat dann ein Gemisch aus Cyankalium und cyansaurem Kali; das Eisen hat sich, reducirt, auf dem Grunde des Tiegels abgesetzt. Nun setzt man in kleinen Portionen 18 Thle. feingeriebene, getrocknete Mennige zu; diese wird augenblicklich zu Blei reducirt, das Cyankalium aber durch den O der Mennige zu cyansaurem Kali oxydirt. Zuletzt verstärkt man die Hitze etwas, um das Blei im Tiegel angesammelt zu erhalten, gießt aus und reibt die Masse in einem Mörser zu Pulver. Dieses wird in einem Kolben mit dem mehrfachen Volumen Alkohol übergossen, in ein Sandbad gesetzt, $^1/_4$ Stunde lang gekocht und die Flüssigkeit heiß auf ein Filter gegossen. Beim Erkalten setzen sich feine Krystallblättchen in Menge ab, cyansaures Kali. Den Weingeist gießt man von den Krystallen ab auf die noch nicht ganz gelöste Masse, kocht wieder mit Zusatz von etwas Alkohol, gießt ab 2c. Dies wiederholt man so lange, als noch KO, CyO sich absetzt. Dann bringt man das Salz auf ein Filter, läßt gut abtropfen, drückt aus und legt es in eine Schale, die man in eine andere, weitere Schale mit Wasser setzt, das man zum Kochen bringt, wobei das Salz ohne Zersetzung trocknet. Nun löse man kohlensaures Ammoniak, kohlensaures Ammoniumoxyd $2\,NH_4O + 3\,CO_2$, ein weißes Salz, das den bekannten Ammoniakgeruch verbreitet, in Wasser, und setzt so lange SO_3, HO zu, als noch ein Aufbrausen der CO_2 stattfindet und das blaue Lackmuspapier geröthet wird. Diese Lösung wird im Wasserbade concentrirt, wobei sie gewöhnlich etwas Ammoniak verliert, was man ersetzt, und dann der freiwilligen Verdunstung überlassen, wo sich ziemlich große Krystalle bilden, die kein Krystallwasser enthalten, und schwefelsaures Ammoniumoxyd sind, NH_4O, SO_3. Nun löst man $12^1/_4$ Thle. des erhaltenen KO, CyO in Wasser, und setzt 10 Thle. NH_4O, SO_3, in Wasser gelöst, zu, wodurch schwefelsaures Kali und cyansaures Ammoniumoxyd entsteht:



Diese Lösung wird nun im Wasserbade zur Trockne abgedunstet. Durch dies Abdunsten haben sich aber die Bestandtheile des cyansauren Ammoniumoxyds auf eine ganz andere Weise umgesetzt; aus cyansaurem Ammoniumoxyd, $NH_4O, CyO = NH_4O, C_2NO$, ist ein Körper geworden, den man **Harnstoff**, $N_2C_2H_4O_2$, nennt, da er sich im gesunden Harn des Menschen findet und daraus abgeschieden werden kann. Er gehört zur Classe der organischen Basen, und ist leicht löslich in absolutem Alkohol. Man übergießt daher den Rückstand von der letzten Abdunstung mit absolutem Alkohol, der den Harnstoff

löst, das schwefelsaure Kali aber ungelöst läßt. Destillirt man nun diese Lösung im Wasserbade, oder überläßt sie der freiwilligen Verdunstung, so schießt daraus der Harnstoff in großen, farblosen Prismen von kühlendem, salpeterartigem Geschmacke an, die in Wasser leicht löslich sind.

Man legt nun den gewonnenen Harnstoff in einen Kolben und erhitzt; bei 120° C. schmilzt derselbe, siedet und verwandelt sich, unter Entwickelung von Ammoniak, in einen (gewöhnlich graulich gefärbten) weißen, geruchlosen Körper, der das Lackmuspapier röthet, sich also als eine Säure zu erkennen giebt; es ist Cyanursäure: $N_3 C_6 H_3 O_6 = Cy_3 O_3 + 3HO$. Diese Säure wird sehr gelinde erhitzt, bis alles Wasser fortgegangen ist, dann in eine kleine Retorte gebracht, mit Vorlage, die in einer Kältemischung (Kochsalz und Schnee oder Eis) liegt, und nun die Retorte erhitzt, bis alle Cyanursäure verschwunden ist. In der Vorlage sammelt sich eine farblose, sehr flüchtige Flüssigkeit, während kein Gas fortgeht; diese ist endlich Cyansäure: $NC_2O + HO = CyO + HO$; denn Cyanursäure:



Die Elemente haben sich also so vereinigt, daß 1 At. Cyanursäure mit 3 At. Cyansäure dieselbe absolute und relative Atomenanzahl ihrer einfachen Bestandtheile enthalten; beide Säuren sind also metamerische, d. h. Körper, die bei verschiedener Verbindungsweise gleiche Anzahl Mischungsgewichte enthalten.

445 Die $CyO + HO$ bildet eine farblose Flüssigkeit von stechendem Geruch; ihr Dampf reizt die Augen zum Thränen. Ein kleiner Tropfen dieser Säure verursacht auf der Haut gleich unter heftigen Schmerzen eine Blase, weshalb man mit derselben die größte Vorsicht zu beobachten hat, wie überhaupt mit der ganzen Gewinnung, indem das cyansaure Kali, sowie das cyansaure Ammoniumoxyd sehr giftig sind. Die Cyansäure ist sehr unbeständig; sobald die Temperatur über 0° sich erhöht, verwandelt sie sich in eine feste, weiße Masse, die man unlösliche Cyanursäure genannt hat, oft unter kleinen Explosionen. Mit Wasser zersetzt sie sich.

446 Die Cyansäure ist von Wöhler entdeckt worden.

K. Die Säure des Bors.

1. Die Borsäure, BO_3.

447 Ueber die Bereitung der BO_3 aus dem Borax (borsaurem Natron) ist das Nöthige schon beim B gesagt worden. Die gewonnene Säure, $BO_3 + 3HO$,

mit 43,6 Proc. Wasser, hat oft noch etwas Salzsäure anhängen; um sie davon zu befreien, erhitzt man sie im Wasserbade; sie verwittert; bei noch etwas stärkerer Erhitzung wird die Salzsäure ausgetrieben.

Man erhitze Borsäure in einer kleinen Schale; sie schmilzt erst in ihrem Krystallwasser. Dann entweicht dieses, und sie schmilzt zu einer farblosen, teigigen Masse, die sich in Fäden ziehen läßt; beim Erkalten erstarrt sie zu einer farblosen, glasartigen Masse, wobei sie alle Zustände des Schmelzens durchläuft, also auch nicht durch Schmelzen zu krystallisiren ist. Dieses Glas bekommt bald zahllose Sprünge, wodurch es undurchsichtig wird. Bei jeder Entstehung eines Sprunges zeigt sich im Dunkeln ein Lichtschein, wohl eine elektrische Erscheinung. 448

Die krystallisirte Säure hat ein specif. Gewicht = 1,48; die glasige, amorphe = 1,83. Die Lösung schmeckt schwach sauer und färbt Lackmuspapier weinroth, wie CO_2. Sie ist eine schwache Säure, treibt aber vermöge ihrer Feuerbeständigkeit — auch beim Glühen verflüchtigt sie sich nicht — sogar Schwefelsäure aus ihren Salzen. 449

Man reibe in einem Mörser BO_3 mit Alkohol zusammen; zündet man nun an, so brennt der Alkohol mit grasgrüner Flamme. Dies benutzt man wohl, um BO_3 zu entdecken; die Verbindung, worin man BO_3 vermuthet, wird mit etwas Schwefelsäure versetzt und bei gelinder Wärme getrocknet. Die Masse wird dann mit Alkohol verrieben, mit Baumwolle aufgenommen, und diese entzündet; ist BO_3 vorhanden, besonders in einiger Menge, so zeigt sich bald die Flamme an den Rändern grün gefärbt. 450

Man leite Wasserdampf über BO_3, die man in einer Glasröhre über der Spirituslampe erhitzt, und condensire die übergegangenen Dämpfe in einer Vorlage; man findet, wenn man das condensirte Wasser abdampft und den Rückstand mit Alkohol verreibt, daß dieser mit grüner Flamme brennt; mit den Wasserdämpfen ist BO_3 übergegangen. 451

Man hat dies Verhalten benutzt, um in großer Menge BO_3 zu gewinnen. In einigen vulkanischen Gegenden Toscana's, besonders in der Umgegend Siena's, brechen heiße Wasserdämpfe aus Erdspalten hervor, Suffioni genannt, die BO_3 mit sich führen, nebst CO_2, HS 2c. Um die Mündungen dieser Canäle haben sich kleine Schlammtümpel, Laguni, gebildet, welche die BO_3 zurückhalten; diese Tümpel hat man mit groben Mauern eingefaßt und so Bassins gebildet, in denen Suffioni münden. In die höchstgelegene Lagune leitet man Quellwasser, das man 24 Stunden der Einwirkung der Suffionen überläßt; dann läßt man dies Wasser in ein tiefer gelegenes Bassin, wo es wieder ebenso lange bleibt; von dort geht's in ein drittes Bassin 2c. Endlich hat das Wasser 1 bis 2 Proc. BO_3 aufgenommen, und gelangt in gemauerte Behälter, worin der Schlamm sich absetzt. Von da gelangt es in Bleipfannen, worin es abgedampft wird, und zwar durch die natürlichen heißen Dämpfe, die aus der Erde brechen und die man durchleitet. In Holzgefäßen läßt man dann krystallisiren, nimmt 452

die Krystalle heraus und trocknet sie in von natürlichen Dämpfen geheizten Räumen. Auf diese Art wird jetzt eine solche Menge BO_3 gewonnen, daß man 2 bis 3 Millionen Pfund jährlich ausführt, die in mehreren Ländern zur Darstellung des Borax, den besonders die Kupferschmiede zum Löthen benutzen, verbraucht werden. Die so gewonnene Säure ist aber nicht rein, sie enthält oft 25 Proc. andere Substanzen eingemengt. Die BO_3 wird auch in der Medicin gebraucht.

L. Die Säure des Kiesels.

1. Die Kieselsäure, SiO_3.

453 Die Kieselsäure ist der Hauptbestandtheil sehr vieler Mineralien, z. B. des Feldspaths, des Granats 2c. Als Quarz und Amethyst kommt sie in sechsseitigen Säulen mit sechsflächiger Zuspitzung krystallisirt vor; außerdem im Feuerstein, Opal und vielen anderen; im losen Sande, Streusand und Sandstein als kleine abgerundete Körner. Häufig ist sie durch Eisenoxyd oder Manganoxydul gefärbt und dient dann als Schmuckstein.

454 Man zerklopfe ein Stück Quarz zu Pulver (oder nehme sehr feinen Quarzsand) und schmelze dies Pulver mit 4 Thln. KO oder NaO zusammen, etwa auf der Kohle vor dem Löthrohr, auf dem Platinbleche oder im Platintiegel; oder man schmelze erst das kohlensaure Salz und setze das Quarzpulver zu, das sich wegen des Entweichens der CO_2 unter Brausen löst, bis kein Brausen mehr stattfindet. Es entsteht dann kieselsaures Kali, das sich in viel kaltem Wasser vollständig löst. Setzt man dieser Lösung Salzsäure zu bis zur sauren Reaction, so bildet sich ein dicker, durchsichtiger Niederschlag in Gestalt einer Gallerte, indem sich Chlorkalium (oder NaCl) bildet und die SiO_3 ausgeschieden wird. Löst man die geschmolzene Masse in wenig kochendem Wasser, und setzt dann Salzsäure zu, so scheidet sich die SiO_3 in Gallertflocken ab, die man abfiltriren kann; besser verdunstet man die mit Salzsäure versetzte Flüssigkeit und löst sie in siedendem Wasser, worauf die SiO_3 sich als feste, gelatinöse Masse auf einem Filter sammeln läßt. Trocknet man diese Masse, so verwandelt sie sich in ein weißes, sehr leichtes Pulver vom specif. Gewicht = 2,66, das, wenn man es glüht, rauh und hart anzufühlen ist. In diesem Zustande ist die SiO_3 weder in Wasser, noch in Säuren weiter löslich, sie ist in einen andern isomerischen Zustand übergegangen. Man unterscheidet diese beiden isomerischen Zustände und nennt die unlösliche SiO_3 die a. Kieselsäure, die lösliche die b. Kieselsäure.

455 Von der dargestellten a SiO_3 nehme man etwas und setze es auf einer Unterlage von Quarz der Hitze der mit O angeblasenen Weingeistflamme aus (siehe Nr. 23); sie schmilzt zu einer hellen, farblosen Kugel, die sich während des Schmelzens in biegsamen Fäden ausziehen läßt; wirft man die Kugel in Wasser, so wird sie so hart, daß sie dem Stahlhammer, wenn man sie auf Stahl zu zerschlagen versucht, einen Eindruck macht, gewöhnlich ohne zu zerspringen;

zerspringt sie dennoch, so zeigt sie größere Stücke mit glänzenden Bruchflächen. In der strengsten Hitze der Oefen schmilzt sie nicht, ist also feuerbeständig, verflüchtigt sich aber mit Wasserdämpfen, wie die BO_3; in Oefen, worin Fayence gebrannt wird, fand man die SiO_3 an der Oeffnung des Rauchfanges in Gestalt eines feinen, weißen Schnees sublimirt, als man starke Ströme Wasserdampf hindurchleitete. So findet man in Hohöfen, Oefen zum Ausschmelzen der Eisenerze, wohl sublimirte SiO_3. Die a SiO_3 eben findet sich in der Natur als Bergkrystall und Amethyst sehr schön krystallisirt.

Die b SiO_3 erhält man auch leicht als Gallerte, wenn man einen Granaten, ein Schmuckstein von gewöhnlich brauner Farbe, der aus kieselsaurem Kalk und kieselsaurer Thonerde besteht, auf der Kohle vor dem Löthrohr glüht und ihn dann in einem Probirglase mit Salzsäure übergießt; es entsteht dann eine steife Gallerte, die beim Trocknen wie Gummi sich gestaltet, und noch weiter eingetrocknet die a SiO_3 liefert. Ferner scheidet sich, wie wir bei den Wasserstoffsäuren sehen werden, b SiO_3 in Menge ab, wenn man Fluorkieselgas in Wasser leitet. 456

In vielen heißen Quellen, wie im Geyser auf Island, ist die b SiO_3 gelöst und setzt hier auf Steine einen durchsichtigen Ueberzug ab, Kieselsinter. Alle unsere Quellen enthalten Kiesel gelöst, wenn auch in geringer Menge. Sie ist auch in den meisten Pflanzen enthalten, so in den Halmen der Gräser, also unseres Getreides, denen sie Festigkeit verleiht; in dem Schachtelhalm, der deshalb zum Poliren gebraucht wird; in den Skeletten vieler Infusorien. 457

Die SiO_3 ist die schwächste aller Säuren, treibt aber in hoher Temperatur selbst die Schwefelsäure aus ihren Salzen. 458

Mit KO oder NaO bildet sie das Glas, das also ein wirkliches Salz ist, KO, SiO_3 oder NaO, SiO_3 mit CaO, SiO_3. Sie ist ein Hauptbestandtheil des Porzellans und der Fayence. 459

Fragen und Aufgaben zu schriftlicher Bearbeitung.

a. Eigenschaften des Harnstoffs und der Cyansäure! — b. Welche Verbindungen nennt man metamerische? — c. Eigenschaften der Borsäure! — d. Wie kann man BO_3 nachweisen? — e. Welches Verhalten der BO_3 bewirkt es, daß sie sich in den Laguni findet? — f. Eigenschaften der Kieselsäure! — g. Wo findet sich die SiO_3 gelöst in der Natur? — h. Wann vermag die SiO_3, obgleich die schwächste aller Säuren, selbst die SO_3 aus ihren Salzen zu treiben?

Tabellarische Uebersicht der Verbindungen

Name.	Farbe.	Geruch und Geschmack.	Gewöhnlicher Aggregatzustand.	Zersetzungsproducte durch die Hitze.	Stärke der Affinität.
NO_5	farblos.	Stark sauer; eigenthümlich riechend.	Als feste in Krystallen; als wasserhaltige eine Flüssigkeit.	Bei Glühhitze: O, N, HO.	Zersetzt sich leicht; sonst eine starke Säure.

Nach diesem Beispiele ist eine tabellarische Uebersicht der hauptsächlich-

II. Wasserstoffsäuren.

460 Wie wir schon gesehen haben, bilden die Halogene, Cl, J, Br, F und Cy, mit dem Wasserstoff Säuren, die man Wasserstoffsäuren nennt, zur Unterscheidung von den sauren Verbindungen, welche die Halogene und die anderen Metalloide mit dem Sauerstoff eingehen, welche man ja Sauerstoffsäuren nennt. Der O bildet mit den Metalloiden in den meisten Fällen mehrere Säuren, der H bildet aber mit jedem Halogen nur eine Säure. Die Sauerstoffsäuren bilden mit den Basen wirkliche Salze; die Wasserstoffsäuren bilden aber nicht wirkliche Salze, sondern nur salzähnliche Körper, sogenannte Haloidsalze, die aus dem Radical und dem Halogen bestehen, wie Chlornatrium, Kochsalz, das aus dem Halogen Cl und dem Radical Na besteht.

Die Chlorwasserstoffsäure, Salzsäure, HCl.

461 Man trockne auf dem Ofen Kochsalz stark, zerstoße es, bringe 1 Thl. davon in einen kleinen Kolben und gieße $^4/_5$ Thle. Schwefelsäure, mit $^2/_3$ Thln. Wasser verdünnt, darauf; dann verschließe man rasch den Kolben durch einen mit Entwickelungsrohr versehenen Kork und setze ihn in eine Sandkapelle ein. Es entwickelt sich ohne Erhitzung gleich ein farbloses Gas, das stechend sauer riecht und gasförmige Salzsäure ist; läßt die Entwickelung nach, so erhitzt man gelinde durch die Spirituslampe. Hält man dem sich entwickelnden Gase ein angefeuchtetes blaues Lackmuspapier entgegen, so wird es roth.

462 Das Gas verbreitet an der Luft Nebel, aus demselben Grunde, wie die rauchende Schwefelsäure; die gasförmige Säure nämlich bildet mit dem Wasser-

der Metalloide mit Sauerstoff.

Specif. Gewicht.	Hydrate.	Vorkommen.	Besonderes chemisches Verhalten.
1,52 bis 1,42	NO_5, HO. $NO_5, 4HO$.	In der Natur besonders als salpetersaure Salze.	Ausgezeichnet durch ihre leichte Zersetzbarkeit, wodurch sie ein vorzügliches Oxydationsmittel wird. Wirkt auf organische Stoffe färbend, zersetzend, neue chemische Verbindungen bildend.

sten Sauerstoffsäuren und Oxyde der Metalloide anzufertigen.

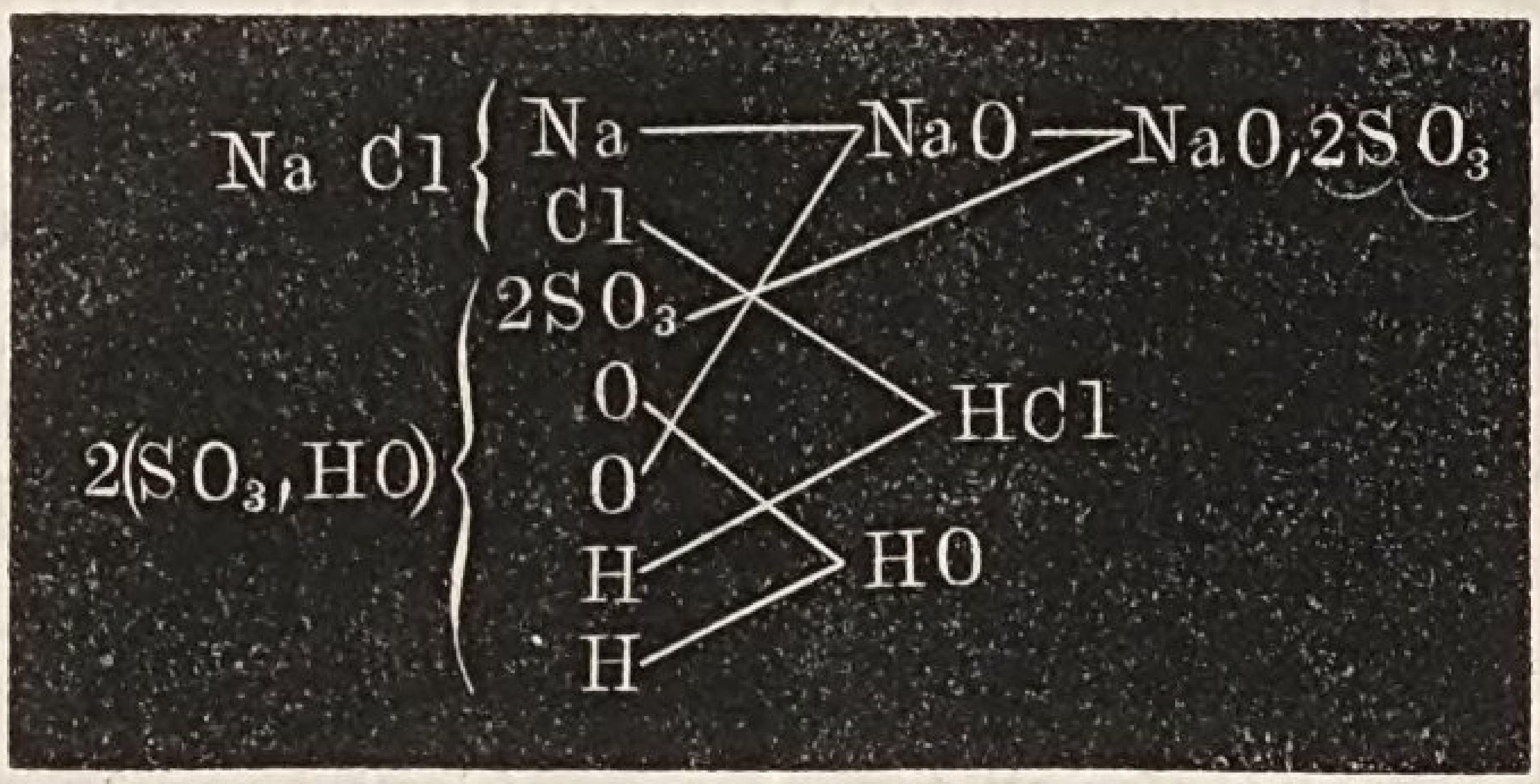
dunst der Luft eine verdünnte Säure, die sich nicht gasförmig zu erhalten vermag. Dieser Nebel wird sehr vermehrt, wenn man einen mit Aetzammoniak befeuchteten Spahn in den Gasstrom führt; es entsteht dann eine Verbindung zwischen dem Cl der Salzsäure und dem Ammonium des Ammoniaks, nämlich Chlorammonium, Salmiak, ein Haloidsalz, das nun in der feinsten Vertheilung in der Luft schwimmt und so den Nebel bildet.

Folgender Versuch ist nur anzustellen, wenn etwa 2 bis 3 Pfund Queck- 463
silber zu Gebote stehen:

Man fülle ein gewöhnliches Weinglas zur Hälfte oder zu zwei Drittheilen mit Quecksilber, ein kleines Fläschchen oder ein Probirrohr ganz, schließe dasselbe mit dem Finger, bringe die Oeffnung in das Quecksilber und ziehe den Finger zurück, wo dann der Luftdruck das Fläschchen gefüllt erhält. Dann führt man das Entwickelungsrohr des Kölbchens, worin sich salzsaures Gas entwickelt, unter das Quecksilber, in die Mündung des Fläschchens, und läßt das Gas in dasselbe strömen. Ist das Fläschchen gefüllt, so entfernt man den Kolben und gießt, immer die Mündung unter der Oberfläche des Quecksilbers haltend, Wasser in das Weinglas auf das Quecksilber. Hebt man nun das Fläschchen, so daß die Oeffnung in das Wasser gelangt, so sieht man dasselbe so rasch hineinsteigen, als wenn es luftleer gewesen wäre, oft mit einer solchen Heftigkeit, daß die Flasche zerbricht, was aber eine kleine Blase Luft, dem Gase beigemengt, schon verhindert. Es beweist dieser schöne Versuch, mit welcher Schnelligkeit das Wasser das salzsaure Gas absorbirt; 1 Vol. Wasser von 0^0 vermag 480 Vol. HCl zu condensiren, wodurch eine Flüssigkeit entsteht, die man eben Salzsäure genannt hat, die also bloß eine Lösung von HCl in Wasser ist; in diesem Falle hat die Salzsäure ein specif. Gewicht = 1,21; bei gewöhn-

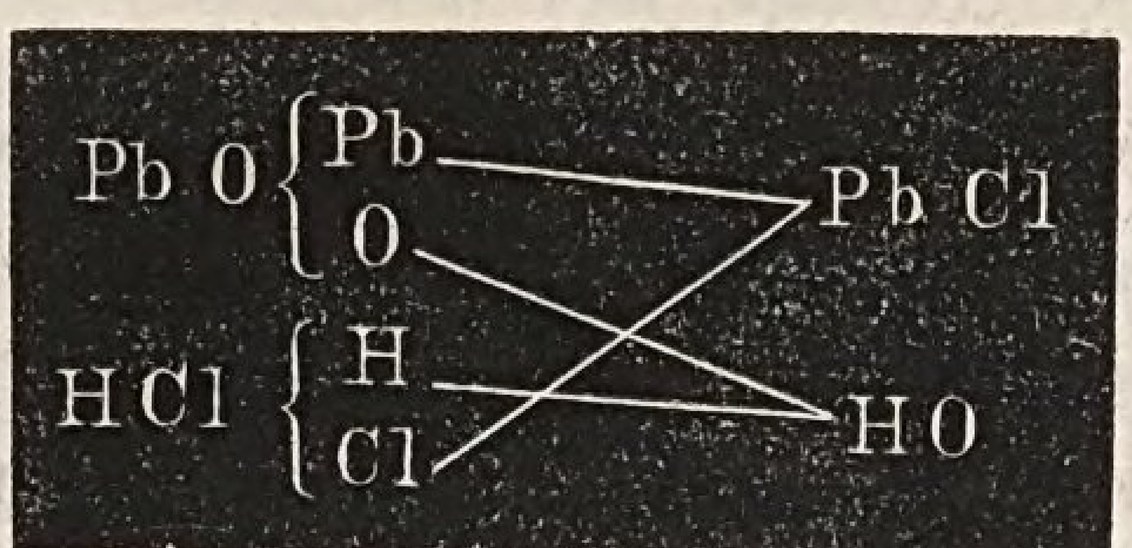
licher Temperatur entsteht bei vollkommener Sättigung eine Säure von dem specif. Gewicht = 1,192.

464 Der chemische Vorgang bei obiger Entwickelung ist so, daß das Wasser der SO_3, HO in O und H zerlegt wird; der O geht zum Na des Kochsalzes = Chlornatrium, NaCl, und macht NaO, während der H sich mit dem Cl zu Chlorwasserstoffsäure vereinigt; die Schwefelsäure bildet mit dem NaO ein Salz, zweifach schwefelsaures Natron; in Zeichen:



465 Durch einen Druck von 40 Atmosphären wird das salzsaure Gas zu einer Flüssigkeit condensirt. Es kann nicht eingeathmet werden, und reizt sehr zum Husten. Brennende Körper erlöschen in dem Gase.

466 Man lege Bleiglätte, PbO (Bleioxyd), oder Mennige in das Rohr *d*, Fig. 9, Nr. 38, und verbinde es mit dem Kölbchen, worin wir ClH entwickelten. Das rothe Pulver wird weiß und erhitzt sich sehr stark, was man beim Anfassen der Röhre fühlen kann; man sieht dann in der Röhre sich Wassertropfen ansetzen. Das Bleioxyd ist Chlorblei geworden; der O des Oxyds bildet mit dem H der HCl Wasser, Cl geht zum Blei und macht Bleichlorür, das wasserleer ist; in Zeichen:



Auf diese Art bildet mit den Metalloxyden nicht nur das Gas, sondern auch die wässrige Säure Verbindungen, Chlormetalle, wie wir später noch mehr sehen werden.

467 Man fülle eine Flasche ganz mit Wasser, nachdem man sie tarirt (mit Bleischrot ins Gleichgewicht gesetzt) hat, und bestimme das Gewicht des Wassers, das sie enthält; dann entleere man sie so weit, daß gerade die Hälfte des Gewichtes Wasser darin bleibt, und gebe die Wassergrenze auf der Flasche durch einen Strich an, mit Quarz (oder einem Diamanten) eingeritzt. Diese Flasche, die man nicht zu klein nehmen muß, bewahre man, um darin Gase zu gleichem Volumen zu mengen. Nun bereite man sich eine vollkommen gesättigte Kochsalzlösung, fülle damit die Flasche und leite erst Chlor hinein bis zum Theilstrich; die andere Hälfte fülle man mit Wasserstoffgas. Diese ganze Operation

nehme man aber entweder in einem verdunkelten Zimmer oder bei Lampenlicht vor. Während des Einfüllens sorgt man durch Schütteln und Klopfen dafür, daß so viel als möglich an den Innenwänden der Flasche das Salzwasser herab- und durch die Oeffnung rinne. Dies Gemenge leite man nun zum Theil vermittelst eines Trichters in eine Flasche von weißem Glase, verschließe diese gut durch einen Stöpsel, setze sie auf ein Brettchen und stülpe ein vollkommen undurchsichtiges Futteral von Pappe über. Dies Futteral trägt oben, wo es verschlossen ist, einen Ring, an den man einen starken Bindfaden befestigt. Nun setze man die Flasche, mit dem Futteral bedeckt, auf dem Brettchen an einen Ort, der vom directen Sonnenschein getroffen wird, und richte es so ein, daß man das Futteral aus der Entfernung abziehen kann, etwa indem man den Faden über die Lehne eines Stuhls legt, an dessen Fuß die Flasche steht. Im Augenblick des Abziehens des Futterals explodirt das Gasgemenge und die Flasche zerspringt mit starkem Knall; es versteht sich wohl von selbst, daß man den Versuch an einem Orte vornimmt, wo die Glassplitter keinen Schaden anrichten können. Hier findet also die Vereinigung der beiden Gase durch das Sonnenlicht Statt; es entsteht HCl. Im Tageslichte geht die Vereinigung ohne Explosion vor sich, die grüne Farbe des Cl verschwindet rasch, und hat man etwas Wasser hineingebracht, so läßt sich das Vorhandensein von HCl leicht nachweisen.

Der elektrische Funke, sowie unächtes Blattgold, bekanntlich fein ausge- 468
walztes Kupfer, bewirken ebenfalls diese Vereinigung mit Explosion. Der Versuch geschieht am besten und gefahrlos auf folgende Art:

Man lasse sich einen Cylinder von starkem Eisenblech, an der einen Seite geschlossen, anfertigen und von innen und außen sorgfältig lackiren, von 10 bis 12 Kubikzoll Inhalt, also etwa so, daß der Boden 1 Zoll Radius erhält bei 4 Zoll Höhe. Diesen fülle man aus obiger Maaßflasche über Kochsalzlösung mit dem Gemenge von Cl und H. Dann verschließe man die Oeffnung des Cylinders durch die flache linke Hand und stelle ihn mit dem verschlossenen Ende auf einen Tisch (umwickle ihn zur Vorsicht mit einem Tuche); ziehe dann die Hand zurück und senke einen Kupferdraht, mit Blattgold lose umwickelt, mit der rechten Hand bis in die Mitte des Cylinders, zur Vorsicht das Gesicht abwendend; es entsteht eine starke, aber gefahrlose Detonation.

Um Salzsäure zu machen, verfährt man folgendermaßen: 469

In einen Kolben oder Retorte bringe man 4 Thle. Kochsalz, übergieße mit einem erkalteten Gemische von 5 Thln. SO_3, HO und 2 Thln. HO (oder 8 Thle. NaCl, $13^1/_2$ Thle. SO_3, HO, 4 Thle. HO) und schließe durch einen Kork, der, wie bei der Chlorwasserbereitung, ein senkrecht abgehendes (einschenkliges) Rohr trägt. Dieses taucht in eine Flasche mit 2 bis 3 Thln. reinen Wassers; diese Flasche steht zur Abkühlung in einem Gefäße mit recht kaltem Wasser oder besser mit Schnee, wodurch die Absorption bedeutend erleichtert wird. Man erhitze aus der Sandkapelle. Die Röhre taucht nur so tief ein, daß das Absorptionswasser nur eben die Mündung der Röhre schließt; reicht sie tiefer in die Flasche, so

könnte bei der raschen Absorption des Gases sämmtliches Absorptionswasser in den Kolben zurücktreten, wenn etwa eine zufällige Abkühlung des Apparates stattfinden sollte. Die Flüssigkeit in der Absorptionsflasche nimmt an Volumen zu, steigt also, und man muß von Zeit zu Zeit die Flasche tiefer stellen, damit die Oeffnung des Rohres der Oberfläche des Wassers wieder nahe kommt. Zur Darstellung einer reinen Salzsäure thut man gut, eine Waschflasche vorzulegen, die etwas Wasser enthält. Die erhaltene farblose Flüssigkeit ist nun die sogenannte Salzsäure; sie raucht, concentrirt, an der Luft wie das Gas.

470 Sonst bereitete man auch im Großen die Salzsäure aus Glasgefäßen, jetzt wendet man aber große gußeiserne, in einem Ofen horizontal liegende Cylinder an, und leitet das Gas in eine Reihe großer irdener, halb mit Wasser gefüllter Woulf'scher Flaschen. Sie wird besonders viel erhalten in den Sodafabriken, wo man aus dem gewonnenen schwefelsauren Natron kohlensaures Natron oder Soda darstellt; ebenso in den Glashütten. Diese Säure ist gewöhnlich gelb gefärbt und verunreinigt durch SO_2, SO_3, Cl, besonders Eisenchlorid, was ihr auch meist die gelbe Farbe giebt. Enthält sie Schwefelsäure, so schüttelt man sie mit Chlorbarium, wobei sich unlöslicher BaO, SO_3 bildet; SO_2 wird durch etwas Cl oder MnO_2 in SO_3 verwandelt und dann durch Ba Cl fortgenommen; dann wird in eine Vorlage überdestillirt.

471 Man übergieße einige Eisenstückchen in einem Schälchen mit HCl. Es entsteht ein Brausen von sich entwickelndem H, was man leicht daran erkennen kann, daß ein brennender Spahn die entstehenden Bläschen entzündet. Das Eisen verbindet sich mit dem Cl zu einer blaßblaugrünen Flüssigkeit, die man concentrirt und in ein Fläschchen filtrirt, das man mit einem Stöpsel schließt; es bilden sich dann grüne Krystalle von Eisenchlorür, Fe Cl, ein Haloidsalz, analog dem Eisenoxydul, FeO, worin das Sauerstoffatom durch ein Chloratom ersetzt ist. Man muß die Flüssigkeit gegen die Luft absperren, weil sich sonst bald ein trüber, rothbrauner Satz ablagert, $Fe_2 Cl_3$, Eisenchlorid. Kocht man Blei in HCl, so entwickelt sich ebenfalls H, aber langsam, beim Erkalten erhält man das Chlorblei, Pb Cl, krystallisirt. Die Salzsäure löst viele Metalle auf und bildet mit ihnen Haloidsalze; so Zink, ebenfalls unter Wasserstoffentwickelung.

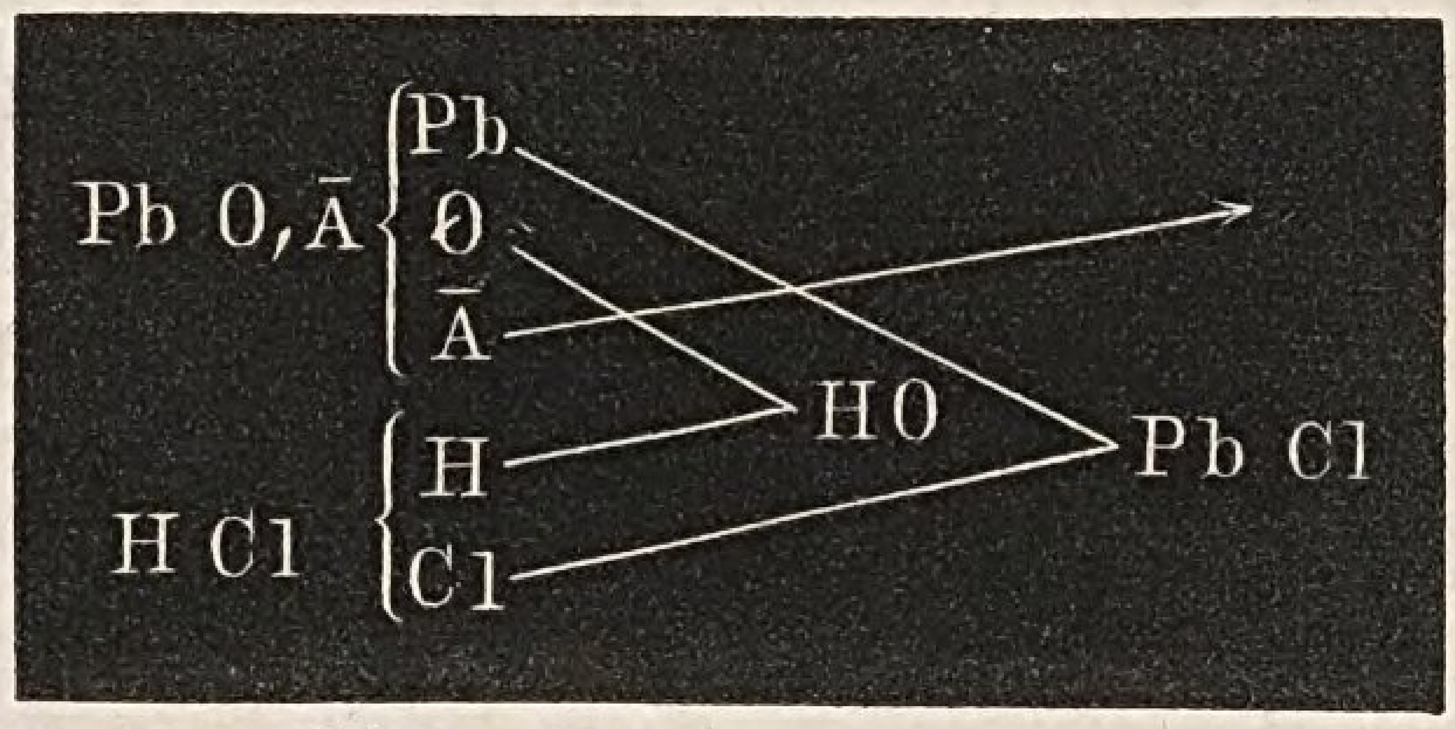
472 Uebergießt man Eisenoxyd mit HCl, so löst es sich ohne Entwickelung von H; in diesem Falle bildet der H der HCl mit dem O des $Fe_2 O_3$ Wasser, und es entsteht eine gelbbraune Lösung von Eisenchlorid, $Fe_2 Cl_3$, analog dem Eisenoxyd; die drei Sauerstoffatome sind durch drei Chloratome ersetzt.

Filtrirt man die Lösung, dunstet sie ab bis zur Syrupsconsistenz und setzt sie in einer Schale bedeckt an einen kalten und feuchten Ort, etwa in einen Keller, so findet man sie nach einiger Zeit krystallisirt.

Die Salzsäure löst viele Metalloxyde auf. Hat ein Metall mehrere basische Oxyde, wie das Eisen, so entstehen entsprechende Haloide; giebt man in die grüne Lösung des Eisenchlorürs einige Tropfen NO_5 oder Chlorwasser

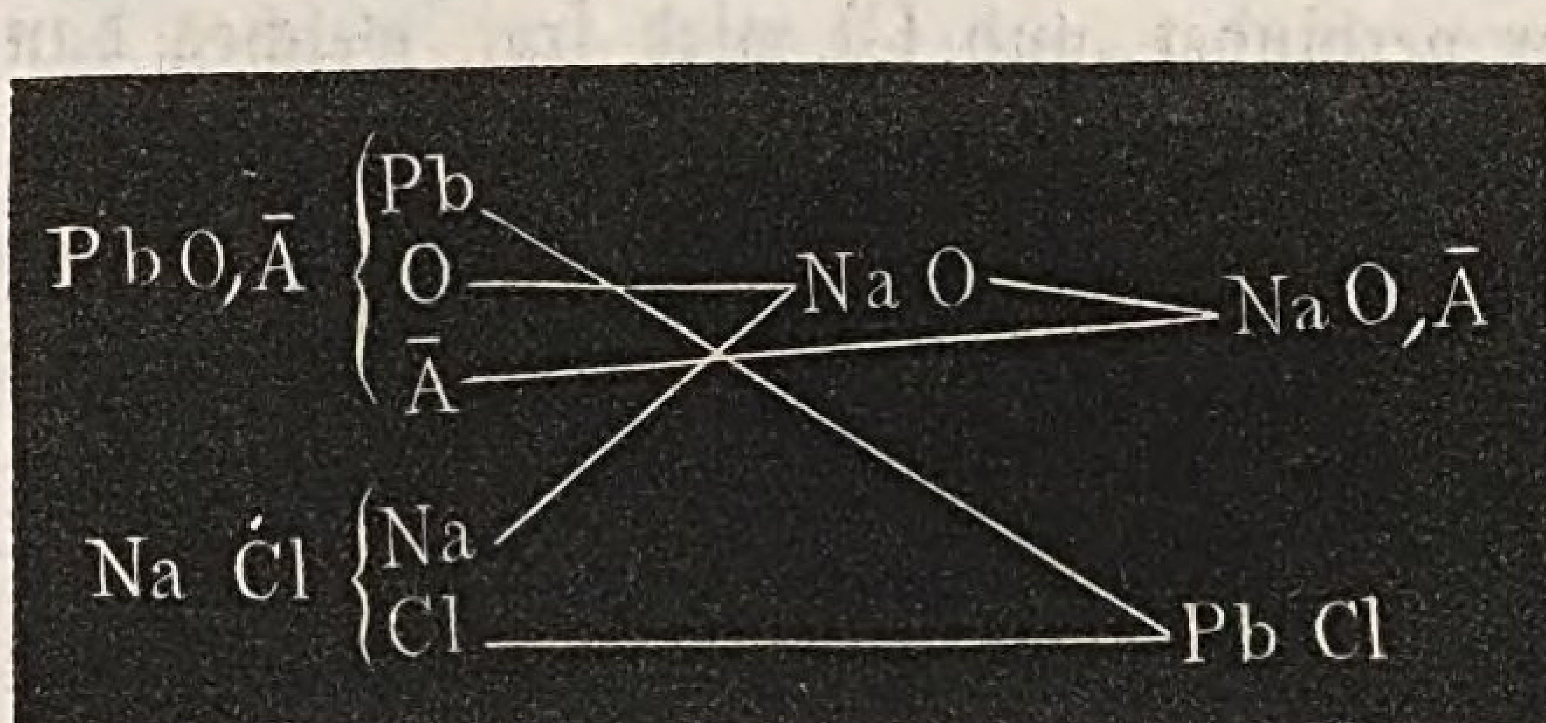
und kocht, so wird sie gelb und liefert Eisenchlorid, ganz analog dem Verhalten der Eisenoxydul- und Eisenoxydsalze.

Tropft man Salzsäure in eine concentrirte Lösung von essigsaurem Blei- 473
oxyd, so schlägt sich weißes Chlorblei nieder, dasselbe Salz wie oben, nur in ganz kleinen Krystallen; fällt man alles Blei aus, so schmeckt und riecht das Wasser nach Essig, indem der H der Salzsäure mit dem O des Bleioxyds Wasser, das Cl der Salzsäure aber mit dem Blei Chlorblei bildet, und die Essigsäure frei wird:



Essigsäure.

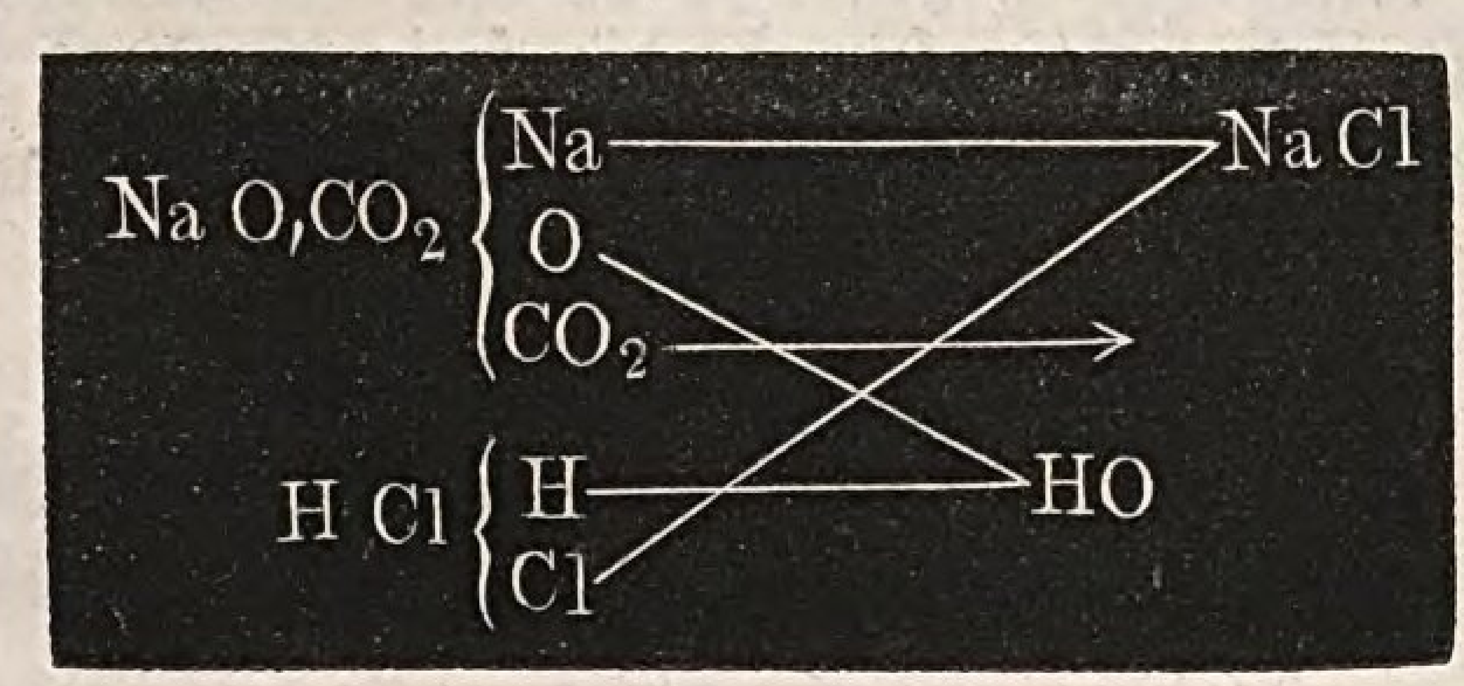
Man träufle Kochsalzlösung in eine concentrirte Lösung von essigsaurem 474
Bleioxyd; es erfolgt ebenfalls der weiße Niederschlag, aber die Lösung schmeckt und riecht nicht nach Essigsäure. Der O des PbO geht zum Natrium des Kochsalzes und macht NaO, das sich nun mit der Essigsäure zu essigsaurem Natron verbindet, während das Cl des Kochsalzes zum Pb geht und Chlorblei macht:



Träufelt man in eine sehr verdünnte Lösung von salpetersaurem Silber- 475
oxyd, Höllenstein, etwas Salzsäure, so schlägt sich Chlorsilber nieder, das sich käseartig am Boden ansammelt. Dies Verhalten benutzt man wohl zur Entdeckung von HCl in einer Flüssigkeit, wie z. B. in der Salpetersäure, wie wir bei dieser Säure sahen.

Superoxyde und Säuren, die sich leicht zerlegen, bilden mit der HCl 476
Chlor, wie wir beim Cl gesehen haben.

Man träufle in eine gesättigte Lösung von NaO, CO_2 so lange HCl, bis 477
Lackmuspapier nicht mehr geröthet wird; es entweicht CO_2 und es scheiden sich kleine würfelförmige Krystalle aus, Kochsalz:



Auf diese Art kann man viele Haloide, viele in Würfeln, darstellen.

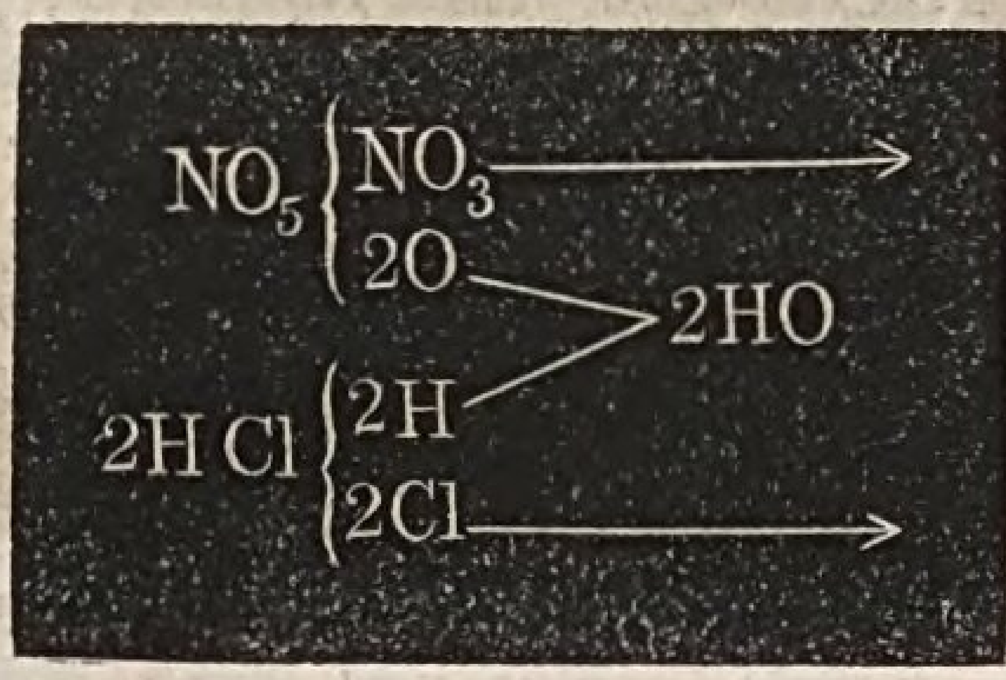
478 Man träufle auf Leinen- oder Baumwollenzeug einen Tropfen HCl; läßt man verdunsten, wodurch die Säure sich concentrirt, so zerfällt die Stelle und es entsteht ein Loch im Gewebe. Gegen organische Materien verhält sie sich wie die Schwefelsäure, weniger stark wirkt sie aber auf thierische, als auf vegetabilische Körper. Im concentrirten Zustande zerstört sie auch die Farben, entfärbt z. B. Indigolösung, wie Chlorwasser.

479 Sie ist in der Natur ein Product vulkanischer Thätigkeit und wird als Gas aus den Kratern gestoßen; sie kommt auch an Wasser gebunden vor.

480 In den Künsten und Gewerben wird sie vielfach angewandt; ebenso in der Medicin, in der Färberei, zur Darstellung des Chloreisens, des Chlorzinns &c.

Das Königswasser oder Salpetersalzsäure, $2\,HCl + NO_5$.

481 Vermischt man 2 Thle. farblose Salzsäure mit 1 Thl. farbloser Salpetersäure und erwärmt, so wird das Gemisch gelb; waren die Säuren concentrirt, so verbreitet die Flüssigkeit einen Geruch nach Cl und NO_3. Die leicht zersetzbare Salpetersäure nämlich giebt O ab, der sich mit einem Theile des H der HCl zu Wasser verbindet, und Cl wird frei, welches dann die gelbe Farbe bedingt; die freigewordene NO_3 entweicht:



482 Bringt man ächtes Blattgold (oder ein Stückchen Platindraht) in das Königswasser, so löst es sich rasch auf, obgleich weder HCl noch NO_5 für sich Gold zu lösen im Stande sind; die Ursache ist das freigewordene Cl, das sich statu nascendi mit dem Golde zu Goldchlorid (Platinchlorid) verbindet. Gold ist der König der Metalle, daher der Name »Königswasser«.

483 Wie das Gold und das Platin lösen sich noch viele Metalle in der Salpetersalzsäure, indem Chlormetalle entstehen, und zwar schon ohne Erhitzung, wenn auch Erwärmung die Wirkung beschleunigt. Dieses Gemisch ist überhaupt ein sehr kräftiges Oxydationsmittel. S verwandelt sie viel schneller in SO_3 als Salpetersäure für sich, wozu sowohl die freigewordene NO_3, die aus der einfachen Salpetersäure die kräftiger wirkende rauchende macht, als auch das freigewordene Cl beiträgt.

Fragen und Aufgaben zu schriftlicher Bearbeitung.

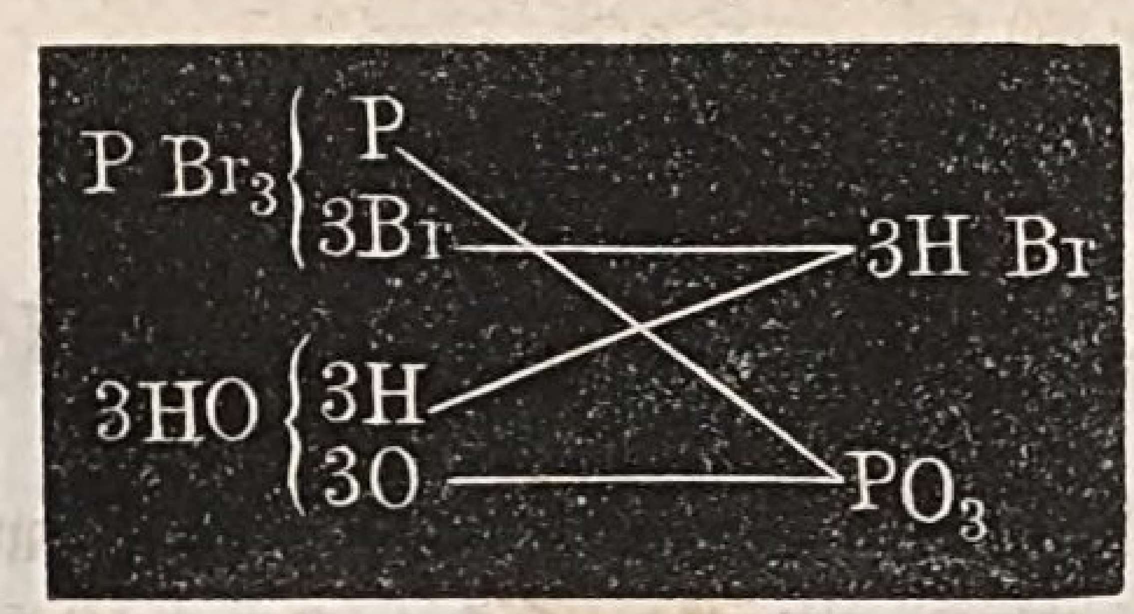
a. Eigenschaften der Salzsäure! — b. Was bildet sich jedesmal, wo HCl zu Metallen, die sie angreift, tritt? — c. Was entwickelt sich dann? — d. Trifft die HCl aber Oxyde, was entsteht dann? — e. Wie ist der chemische Vorgang, wenn man HCl in die Lösung eines Salzes träufelt, das von derselben zerlegt wird? — f. Wie, wenn eine Lösung eines Haloidsalzes eingeträufelt wird, vorausgesetzt, daß eine Zersetzung stattfindet? — g. Wie kann man das Vorhandensein der HCl in einer Flüssigkeit nachweisen? — h. Welche Wirkung hat HCl auf organische Stoffe?

Bromwasserstoffsäure, HBr.

In eine, an beiden Seiten offene, wie in beistehender Fig. 44 gebogene Glasröhre *abcde* bringe man bei *b* etwas Br und schließe die Oeffnung bei *a* mit einem Kork. Dann bringe man in die Biegung bei *d* einige Stückchen abgetrockneten P, fülle den Schenkel *ed* mit kleinen, mit Wasser befeuchteten Glasstückchen, und setze dann in *e* ein Entwickelungsrohr ein; dann erhitze man durch eine ganz kleine Spiritusflamme die Stelle *b*. Das Br verwandelt sich dann in Dämpfe, die, über den P streichend, Phosphorbrom, Phosphorbromür, bilden. Diese Verbindung zersetzt sich, mit dem Wasser in *de* in Berührung tretend, in phosphorige Säure, die im Rohre zurückbleibt, und in Bromwasserstoffsäure, die durch das Entwickelungsrohr in Dämpfen austritt: 484

Fig. 44.





Das Bromwasserstoffsäuregas ist farblos, sauer, röthet Lackmuspapier und raucht an der Luft, wie HCl; specif. Gewicht = 2,73. Es ist in Wasser sehr löslich; leitet man es hinein, so erhält man wässrige HBr, die concentrirt an der Luft stark raucht und in ihrem Verhalten der HCl ganz ähnlich ist; doch ist diese stärker. Sie bildet Bromüre und Bromide auf dieselbe Art, wie die HCl. Die Bestandtheile Br und H vereinigen sich weder durch Sonnenlicht, noch durch Flamme. 485

Die Jodwasserstoffsäure, HJ.

In einem Probirrohre mengt man 9 Thle. J und 1 Thl. P, und bedeckt das Gemenge mit Glaspulver. Dann erwärmt man gelinde, bis der schmel- 486

zende P mit J sich verbunden hat zu Jodphosphor, Phosphorjodür. Befeuchtet man nun das Glaspulver mit Wasser und setzt ein Entwickelungsrohr ein, das man mit einem Stück Kautschukrohr luftdicht verbindet (da ein Kork zuviel HJ einsaugt), so entwickelt sich bei der Berührung des Jodphosphors mit dem Wasser ein saures, farbloses Gas, HJ, vom specif. Gewicht = 4,44, das an der Luft stark raucht; die zugleich sich entwickelnde PO_3 bleibt in der Röhre. Will man das Gas auffangen, so darf es nicht über Hg geschehen, da sich das J mit dem Hg verbindet, noch weniger über Wasser; man leitet deshalb das Gas auf den Boden einer trocknen Flasche, bis diese mit dem Gase gefüllt ist, was bei dem hohen specif. Gewicht des Gases gut angeht. Wird es in Wasser geleitet, so absorbirt dasselbe rasch eine große Menge, und man erhält wässrige HJ, eine farblose, stark rauchende Flüssigkeit. Sie wird leicht unter Abscheidung von J durch den O der Luft zersetzt, wobei sie sich durch ausgeschiedenes J braun färbt.

487 Die wässrige HJ bildet sich auch, wenn man J in Wasser aufrührt und Schwefelwasserstoff hineinleitet; dabei verbindet sich das J mit dem H, und S wird ausgeschieden. Die Flüssigkeit wird zur Verjagung des HS erhitzt und filtrirt. Sie bildet auf dieselbe Art, wie die HCl, Jodüre und Jodide, verhält sich überhaupt ganz analog den beiden beschriebenen Wasserstoffsäuren, ist aber von den dreien die schwächste.

Fragen und Aufgaben zu schriftlicher Bearbeitung.

a. Eigenschaften der Bromwasserstoffsäure! — b. Eigenschaften der Jodwasserstoffsäure! — c. In welchem chemischen Verhalten stimmen HCl, HBr, HJ überein, und in welchem unterscheiden sie sich?

Die Fluorwasserstoffsäure, HF.

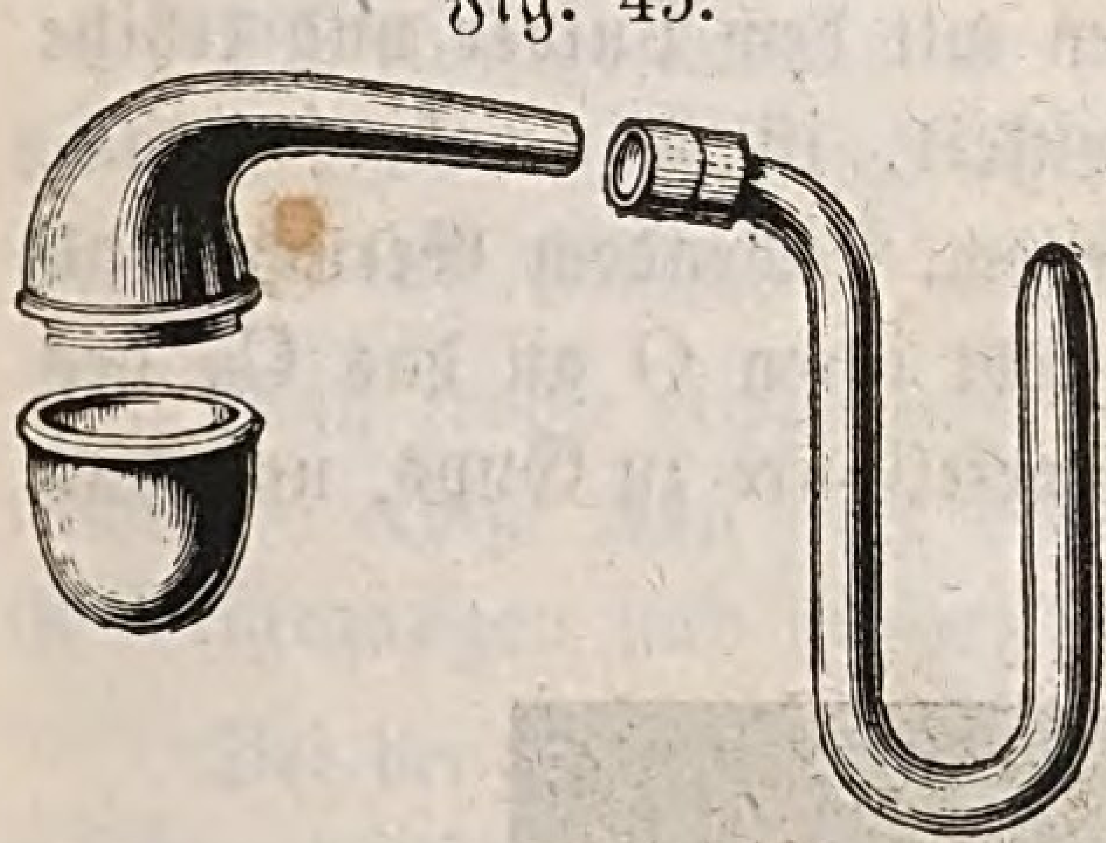
488 Man nehme eine Glasplatte, lege sie auf den warmen Ofen (oder erwärme sie auf irgend eine andere Art) und überfahre sie mit einem Stückchen weißen Wachs, der darauf schmilzt und, erkaltet, einen dünnen, halbdurchsichtigen Ueberzug auf dem Glase bildet; dann zeichne man in das Wachs Figuren oder Schriftzüge, etwa mit einer Nadel oder einem Drahte, bis auf's Glas. Dadurch wird der Wachsüberzug an den überfahrenen Stellen weggenommen und das Glas bloßgelegt; legt man die Tafel auf eine Zeichnung, so erlaubt die Durchsichtigkeit der Wachsschicht, die Contouren und selbst die Schattirungen getreu nachzuzeichnen. Dann setze man eine Schale von Blei, die man sich leicht gießen oder auch aus einer Bleiplatte, wie sie wohl vom Dachdecker benutzt werden, durch gelindes Hämmern mit dem Holzhammer über einer Halbkugel von hartem Holze treiben kann, auf den Eisenring mit Füßen, und übergieße darin Flußspathpulver (Fluorcalcium) mit concentrirter Schwefelsäure, bis ein

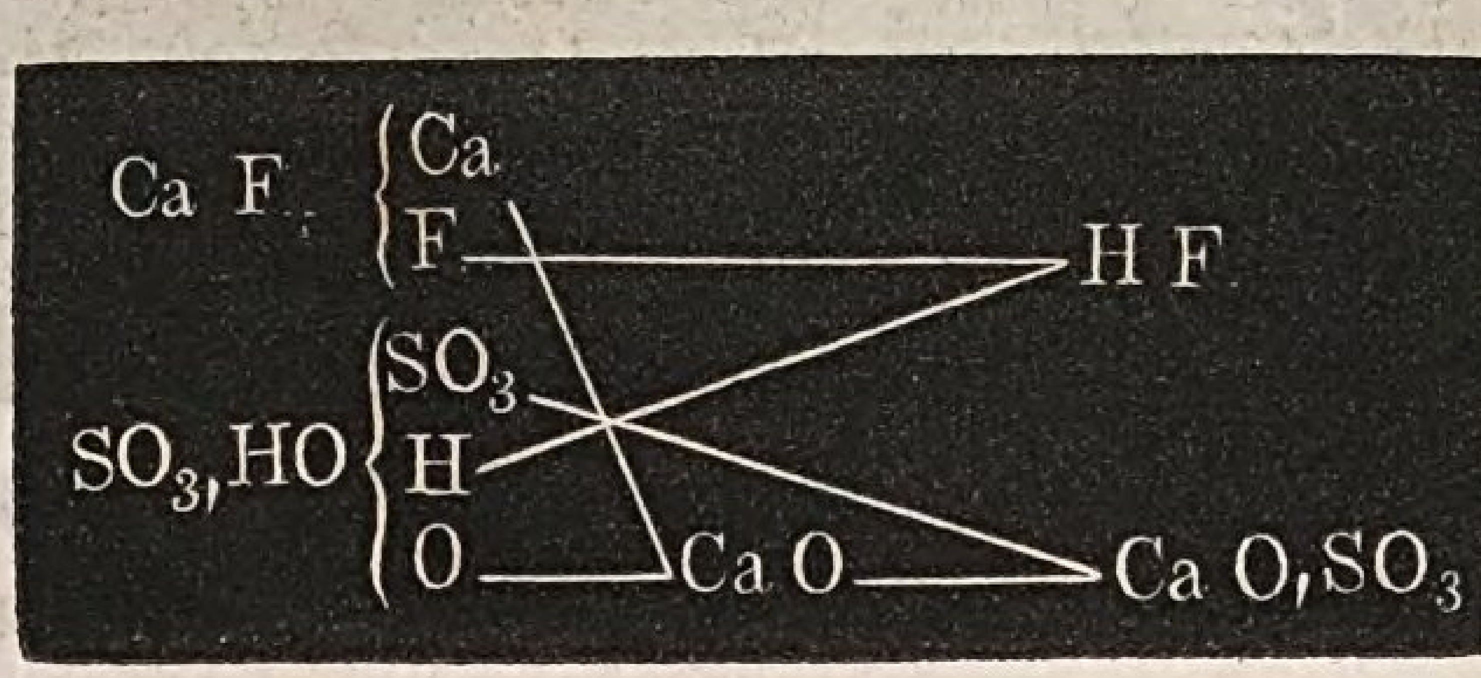
dünner Brei entsteht; lege dann über die Schale die Glastafel auf kleine Holzstücke, so daß sie 2 Zoll über dem Rande der Bleischale liegt, die Wachsoberfläche nach unten gekehrt; darauf erhitze man vorsichtig die Schale mit kleiner Flamme, bis sich Dämpfe erheben. Diese Dämpfe sind dampfförmige HF, gewöhnlich Fluß- oder Flußspathsäure genannt, vor deren Einathmung man sich zu hüten hat. Läßt man einige Minuten lang diese Dämpfe auf das Glas einwirken, hebt dann ab und schabt mit einem Messer die Wachsschicht ab, so erscheint die Zeichnung in matten Strichen auf dem Glase; das übrige Wachs nimmt man durch einen mit Terpentin befeuchteten Lappen fort, worauf die Zeichnung bei sorgfältiger Ausführung in großer Nettigkeit sich zeigt. Die Flußsäure löst das Glas auf, indem sie sich mit den Bestandtheilen desselben verbindet. Das Glas besteht nämlich aus kieselsaurem KO oder kieselsaurem NaO mit noch anderen Bestandtheilen; die HF bildet Fluorkieselkalium nebst Wasser; ersteres bleibt als fester, undurchsichtiger Ueberzug auf dem Glase, daher das Sichtbarwerden der eingegrabenen Striche. Man kann auch das Erwärmen der Schale umgehen und die Tafel einfach überdecken; man findet dann nach einigen Stunden die Zeichnung ebenfalls auf dem Glase.

Im Großen verfährt man folgendermaßen: Man überzieht die zu ätzende 489
Glastafel mit Aetzgrund, bestehend aus 2 Loth Wachs, 1 Loth Asphalt, $^1/_2$ Loth Mastix und $^1/_2$ Loth Colophonium, im eisernen Löffel geschmolzen; die Zeichnung wird nun eingegraben und ein Rand von Wachs umgelegt; darauf gießt man einen dünnen Brei von Schwefelsäure und Flußspathpulver darüber; nach einigen Tagen ist die Zeichnung fertig.

Um die HF darzustellen, muß man Gefäße von Platin oder Blei an- 490
wenden, da Gefäße von Glas, Porzellan und den meisten Metallen stark von der Säure angegriffen werden. Eine solche Bleiretorte (Fig. 45) besteht aus einer Schale, auf welche dicht ein Helm paßt; an diesen paßt ein gebogenes Bleirohr, an dessen Spitze ein kleines Loch sich befindet. Diese Röhre dient als Vorlage und wird in einem Gefäße mit Eis umgeben. Feines Flußspathpulver und Schwefelsäure kommt in die Retorte; die Fugen werden mit Lehm verkittet. Man erhitzt den Kolben sehr gelinde in der Sandkapelle oder im Oelbade. So bekommt man wasserfreie HF; will man eine wässrige Lösung, so bringt man in die Vorlage etwas Wasser. In der Retorte bleibt schwefelsaurer Kalk, Gyps:

Fig. 45.





491 Die Entwickelung dieser Säure ist mit großer Gefahr verbunden; ein Tropfen, auf die Haut gebracht, erzeugt eine weiße Blase, die sich mit Eiter füllt und große Schmerzen verursacht. Die Wunde heilt sehr langsam und bereitet so unerträgliche Schmerzen, daß eine größere Wunde den Tod nach sich ziehen könnte. Die verdünnte Säure ätzt nicht so stark, doch muß man auch bei dieser die größte Vorsicht gebrauchen. Die concentrirte Säure ist wasserklar und raucht stark an der Luft.

492 Tropft man einen Tropfen davon auf Glas, so erhitzt sie sich, kocht, verfliegt und hinterläßt die Stelle mit einem weißen Pulver bedeckt. Ein Tropfen in Wasser fallen gelassen verursacht ein Zischen, wie bei der trocknen SO_3; sie verbindet sich begierig mit Wasser.

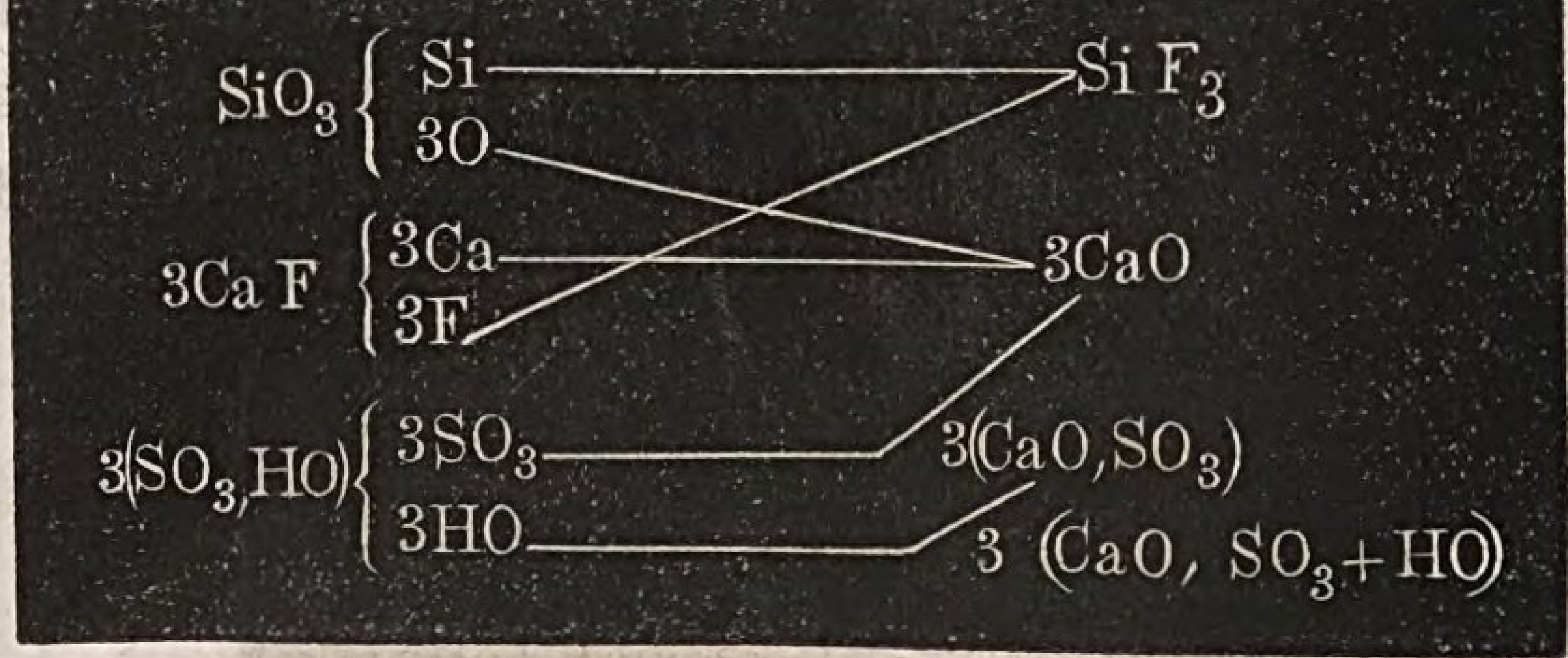
493 Ihre Verwandtschaft zu den Metallen ist so groß, daß durch ihre Hülfe manche das Wasser zerlegen, die mit keiner andern Säure dies vermögen, z. B. Cu und Ag; sie löst viele in allen anderen Säuren unlösliche Körper auf, besonders SiO_3.

494 Die verdünnte HF ätzt wie der Dampf derselben in Glas, wenn man die beschriebene Platte mit derselben übergießt; in diesem Falle erscheint die Zeichnung in polirten, nicht matten Strichen, da das gebildete Fluorkieselkalium durch das Wasser der Säure fortgenommen wird, was bei den Dämpfen nicht der Fall ist. Sie bildet Fluorüre und Fluoride mit anderen Körpern.

495 Die HFl wurde 1771 von Scheele entdeckt.

Die Kieselfluorwasserstoffsäure, $2 SiF_3 + 3 HF$.

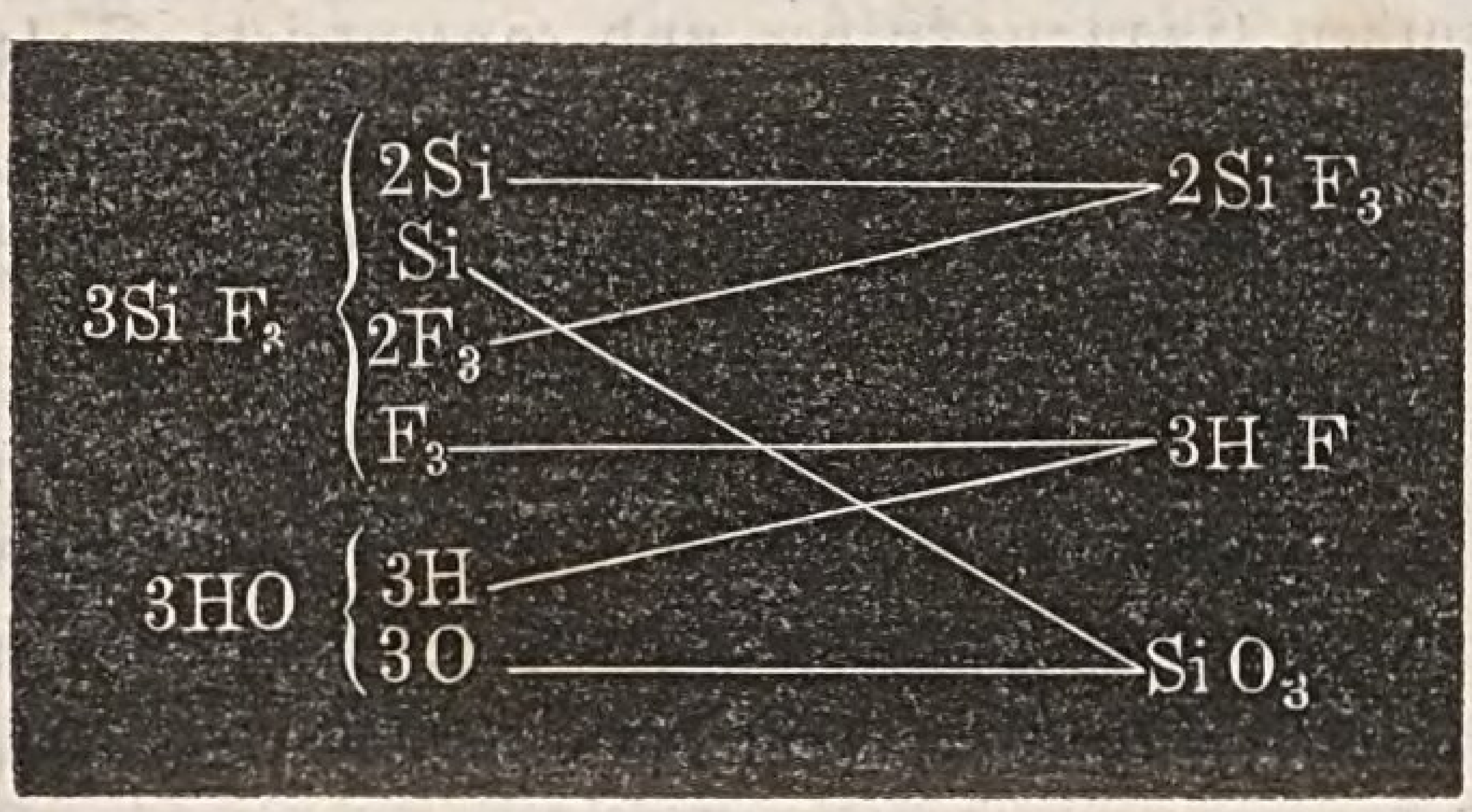
496 Man gebe zu gleichen Theilen feines Flußspathpulver und grobgestoßenes Glaspulver oder Quarzsand in einen geräumigen Kolben und übergieße mit 6 Thln. concentrirter SO_3,HO, rühre diese gut um mit dem Pulver und erhitze aus der Sandkapelle. Das Gas, das sich entwickelt, ist Fluorkieselgas, Siliciumfluorür, SiF_3; es ist farblos, von eigenem, stechendem Geruch, und raucht an der Luft. Die Kieselsäure (des Glases) giebt ihren O an das Ca des Flußspaths; der CaO verbindet sich mit der Schwefelsäure zu Gyps, und das Fluor mit dem Kiesel zu Fluorkiesel; in Zeichen:



497 Leitet man das Gas durch die Röhre *d* (Fig. 9, Nr. 38), in die man ein Stück K gelegt hat, und erhitzt die Stelle mit der Spirituslampe sehr gelinde,

so überzieht sich das K mit einer schwarzen Kruste, die endlich berstet, worauf das Metall mit rother Flamme sich entzündet; es bleibt eine schlackige, braune Masse, die in Wasser H entwickelt und ein dunkelbraunes Pulver absetzt; dies Pulver ist Kiesel, dessen Bereitung wir schon beim Si kurz angeführt haben.

Das Fluorkieselgas muß über Quecksilber aufgefangen werden. Wird es 498
in Wasser geleitet, so zerlegt es sich in Kieselfluorwasserstoffsäure und in eine Menge sich absetzender Kieselsäure, die bald das Leitungsrohr verstopfen würde, wenn man nicht auf folgende Art verfährt: Auf den Boden eines Gefäßes gieße man Quecksilber und lasse das Entwickelungsrohr, wozu man eine ganz trockene Röhre zu wählen hat, einige Linien tief in das Quecksilber tauchen; dann gieße man vorsichtig Wasser auf das Quecksilber. Das Quecksilber verhindert nun, daß Wasser in das Rohr gelange und durch ausgeschiedene SiO_3 sich verstopfe. Von Zeit zu Zeit rührt man vorsichtig das Wasser ein wenig um, damit das Gas immer wieder mit Wasser in Berührung kommt; zuletzt verwandelt sich die Flüssigkeit in eine steife Gallerte, die man auf ein reines Leintuch bringt, abtropfen läßt und auspreßt. Die durchgehende Flüssigkeit ist Kieselfluorwasserstoffsäure; Kieselsäure in leicht löslichem Zustande bleibt im Tuch; man gewinnt also hierbei SiO_3 in reichlicher Menge:



Die flüssige Säure ist von rein saurem Geschmack und kann durch Ab- 499
dunsten etwas concentrirt werden; bei fortgesetztem Eindampfen geht Fluorkiesel weg, und die Flüssigkeit enthält immer mehr Fluorwasserstoff.

Man tropfe etwas von der Säure auf eine Glastafel; sie greift das Glas 500
nicht an, erhitzt man aber die Stelle, so wird sie tief angefressen; Fluorkieselgas ist fortgegangen und Fluorwasserstoffsäure geblieben, welche das Glas auflöst.

Bei der Bereitung der Säuren des Cl haben wir diese Säure schon ange- 501
wandt; tropft man eine Lösung von KO oder NaO ein so, entstehen gelatinöse Niederschläge; Barytsalze hingegen erzeugen weiße krystallinische Niederschläge.

Man sättige Fluorkieselwasserstoffsäure mit KO, wodurch (Fluorkiesel und) 502
Fluorkalium entsteht. Dieses wird wohl ausgewaschen, bei starker Hitze getrocknet und mit $\frac{2}{10}$ K (durch einen Eisendraht gemengt) in einer Glasröhre über der Lampe erhitzt, wobei die Masse auf einmal glüht, braun wird, und nun ein Gemenge von Fluorkalium und Kieselkalium darstellt. Sie wird in Wasser gebracht, das sie zersetzt, und wobei H sich entwickelt, KO entsteht und Si sich absetzt.

503 Die Kieselflußsäure bildet, wie wir gesehen haben, mit den Basen Fluordoppelverbindungen; es entstehen Doppelsalze von Fluorkiesel und Fluormetallen, nebst Wasser.

Die Cyanwasserstoffsäure, Blausäure, $C_2NH = HCy$.

504 Man gebe etwas Salzsäure in ein Probirglas und werfe einige Flittern von Cyanquecksilber (das wir beim Cyan kennen und bereiten lernten, um das Cyan daraus abzuscheiden) hinein. Nähert man nun vorsichtig dem Glase die Nase, so erhält man einen deutlichen Geruch nach bitteren Mandeln, im Schlunde spürt man nachher den Geschmack nach bitteren Mandeln und beim stärkern Riechen ein unangenehmes Gefühl. Das, was diesen Geruch hervorbringt, ist gasförmige Cyanwasserstoffsäure, HCy. Dieser Dampf ist sehr giftig, weshalb bei allen Versuchen mit dieser Säure die größte Vorsicht zu beobachten ist.

505 Um sie wasserfrei und als tropfbare Flüssigkeit darzustellen, bedient man sich im Ganzen desselben Verfahrens, wie im vorstehenden Versuche. Man gebe in einen kleinen Kolben Cyanquecksilber und concentrirte Salzsäure, und verbinde ihn mit einer Röhre, die halb mit Chlorcalciumstücken, halb mit Marmorstücken gefüllt ist, erstere, um die gasförmige HCy zu trocknen, die andere, um das übergerissene salzsaure Gas an den Kalk zu binden; als Vorlage nimmt man ein Uförmig gebogenes Rohr, das in einer Kältemischung von Schnee und Kochsalz in einem Glase steht. In dieser Röhre condensirt sich nun die HCy zu einer farblosen, flüchtigen Flüssigkeit, wenn man das Kölbchen gelinde aus der Sandkapelle erhitzt; die erhaltene Flüssigkeit riecht wie das Gas, nur weit stärker.

506 Man kann auch durch Chlorcalcium getrocknetes HS in ein Rohr treten lassen, das trocknes Cyanquecksilber enthält und etwas erwärmt wird; HS bildet, wenn es das Quecksilbercyanid berührt, schwarzes Schwefelquecksilber und es wird HCy frei, die man wie in der vorigen Darstellung condensirt.

507 In der ersten Darstellung bleibt im Kolben Chlorquecksilber, Quecksilberchlorid, sogenanntes Sublimat, ein sehr starkes Gift, das man also ebenfalls mit großer Vorsicht handhaben muß. Ueberhaupt darf die Darstellung eines so furchtbaren Giftes nur von geübten Händen, und dann mit der größten Vorsicht ausgeführt werden.

508 Die Blausäure ist eines der heftigsten Gifte und tödtet mit Blitzesschnelle. Ein Tropfen concentrirte Säure, einem Hunde auf die Zunge gebracht, tödtet denselben augenblicklich. Ein Chemiker, der bei der Bereitung derselben etwas davon auf den bloßen Arm bekam, starb nach zwei Stunden, da die verdünnte Säure sich durch die Körperwärme concentrirte, und so den Tod herbeiführte. Auch die wässrige Säure tödtet rasch, wenn sie in einiger Menge verschluckt

wird. Die concentrirte Säure ist vom specif. Gewichte = 0,697; sie kocht bei etwa 29° C. und verwandelt sich in Gas; bei — 15° C. wird sie fest, in krystallinischer Gestalt. Sie ist sehr flüchtig und röthet Lackmuspapier schwach.

Um sie als wässrige Säure zu erhalten, destillirt man Kaliumeisencyanür aus einem kleinen Kolben mit $1\frac{1}{2}$ Thln. SO_3, HO, mit 2 Thln. HO verdünnt. Der Kolben ist mit einem Kühlapparat wie bei der Destillation des Wassers verbunden; eine Flasche mit Wasser, in Schnee oder sehr kaltem Wasser, in welches eben die Röhre des Kühlapparates reicht, nimmt die Dämpfe auf. 509

Eine wässrige Lösung gewinnt man auch, wenn man Cyanquecksilber in Wasser löst und HS hindurch leitet; es fällt schwarzes HgS zu Boden. Durch Schütteln mit kohlensaurem Bleioxyd wird die Lösung von HS befreit. 510

Die wässrige sowohl, als die concentrirte Säure zersetzen sich bald, indem sie sich bräunen und ein braunes Pulver absetzen; besonders scheint das Licht diese Zersetzung zu befördern, weshalb man sie in schwarzer Flasche aufzubewahren hat. Der Dampf brennt entzündet mit heller Flamme, wobei Wasser, CO_2 und N entstehen; in dieselben Producte zerfällt sie, über glühendes CuO geleitet. Leitet man das Gas über glühendes Eisen, so wird es ebenfalls zerlegt; Kohle legt sich um das Eisen, und H und N entstehen. Kalium, in dem Gase erhitzt, scheidet H aus, und es entsteht Cyankalium. HCy bildet mit Metallen Cyanmetalle, Cyanüre und Cyanide. 511

In einigen Pflanzen kommt sie ebenfalls vor, in den bitteren Mandeln, in den Kernen unseres Steinobstes, besonders aber in den Blättern des Kirschlorbeers, aus denen man sie ebenfalls gewinnt und als Heilmittel benutzt. Das beste Gegengift ist verdünntes Aetzammoniak. 512

Den Namen »Blausäure« hat sie von ihrer ersten Darstellungsart erhalten, da der Entdecker, Scheele, sie aus Berliner Blau darstellte. 513

Die Rhodanwasserstoffsäure, Schwefelcyanwasserstoffsäure, Schwefelblausäure, C_2NS_2H.

Entwässertes, feingeriebenes Cyaneisenkalium wird mit einem gleichen Theil Schwefelblumen in einem Glaskolben über der Spiritusflammen erhitzt. Die Masse, durch ausgeschiedenes Schwefeleisen schwarz, wird mit Wasser übergossen und dann filtrirt. Diese Lösung wird mit Aetzkali versetzt, so lange sich Eisenoxydul niederschlägt; dann wieder filtrirt. Die erhaltene farblose Flüssigkeit, aufgelöstes Rhodankalium, wird zur Trockne eingedampft, in wenig Wasser gelöst und mit concentrirter wässriger PO_5 aus einer Glasretorte in eine Vorlage destillirt, in der sich eine stark saure Flüssigkeit sammelt, die Rhodanwasserstoffsäure ist. Sie riecht stechend sauer; siedet bei etwa 100° C. 514

515 Man kann auch auf folgende Art verfahren: Man mische innig 46 Thle Kaliumeisencyanür mit 17 Thln. entwässertem und geglühtem KO, CO_2 und 32 Thln. Schwefelblumen, und schmelze das Gemenge etwa im Kolben; die Masse steigt sehr durch sich entwickelnde CO_2; darnach wird stärker erhitzt bis zum vollständigen Schmelzen. Es hat sich Rhodankalium, schwefelsaures Kali und Schwefeleisen gebildet. Die schwarze Masse wird mit Alkohol gekocht, aus dem das Salz rein anschießt, wie Salpeter; durch Abdestilliren des Alkohols kann man noch mehr erhalten. Nun kann man das Salz wieder wie früher behandeln, oder auch in Wasser lösen, und mit salpetersaurem Silberoxyd, oder salpetersaurem Quecksilberoxyd niederschlagen, wodurch man Rhodansilber, oder Rhodanquecksilber erhält. Der gut ausgesüßte Niederschlag wird in Wasser suspendirt und HS durchgeleitet, wodurch Schwefelsilber, oder Schwefelquecksilber als schwarzes Pulver niederfällt, und Rhodanwasserstoffsäure in verdünntem Zustande entsteht. Das überschüssige Schwefelwasserstoffgas entfernt man durch gelindes Abdampfen oder durch Zusatz von Rhodansilber, oder Rhodanquecksilber. Man kann auch das Rhodankalium durch essigsaures Bleioxyd zersetzen; es erzeugt sich kein Niederschlag, sondern nach und nach kleine, glänzende, gelbliche Krystalle von Rhodanblei, die zur Gewinnung von Rhodanwasserstoffsäure wie früher mit HS zerlegt werden.

516 In eine verdünnte Lösung von salpetersaurem Eisenoxyd oder von schwefelsaurem Eisenoxydul träufele man einige Tropfen der gewonnenen Säure; die Lösung färbt sich blutroth. Diese Eigenschaft, mit den Eisensalzen sich blutroth zu färben, ist das charakteristische Kennzeichen dieser Säure, und wird benutzt, um sehr geringe Spuren von Eisensalzen zu entdecken; sogar Kork und Papier färben die Säure röthlich, in Folge des Eisensgehaltes dieser Körper.

517 Für den thierischen Körper ist sie ein Gift, obgleich in weit geringerm Grade, als die Blausäure.

518 Man hat in ihr ein hypothetisches Radical angenommen, das man Rhodan genannt hat, von rhodios, roth; es ist bis jetzt noch nicht isolirt worden. Seine Formel ist: C_2NS_2.

519 Die Rhodanwasserstoffsäure, dem Einflusse der Luft überlassen, setzt ein gelbes Pulver ab, das man als eine neue Wasserstoffsäure erkannt und Xanthanwasserstoffsäure genannt hat, darin ebenfalls ein hypothetisches Radical, das Xanthan $= C_2NS_3$ annehmend, das seinen Namen von xanthos, gelb, erhalten hat, aber auch noch nicht isolirt dargestellt wurde. Die Xanthanwasserstoffsäure $= C_2NS_3H$ wird leicht erhalten, wenn man Rhodankalium in Salzsäure löst und 24 Stunden sich selbst überläßt, wodurch die Säure als ein gelbes Pulver sich absetzt. Sie ist geruch- und geschmacklos; schießt aus siedendem Wasser in gelben Nadeln an. In Bleizuckerlösung erzeugt sie einen schön gelben Niederschlag von Xanthanblei.

Fragen und Aufgaben zu schriftlicher Bearbeitung.

a. Eigenschaften der Fluorwasserstoffsäure! — b. Eigenschaften der $2\,SiF_3 + 3\,HF$, der HCy, der C_2NS_2H, der C_2NS_3H! — c. In welchem chemischen Verhalten stimmen diese Säuren überein, und in welchem weichen sie ab?

Anfertigung einer tabellarischen Uebersicht der Wasserstoffsäuren!

Anhang.

Kann man fertige Apparate von Glas nicht leicht beziehen, so thut man wohl, sich einen Glasbläsertisch anzufertigen, der aber, nach beistehenden Figuren 46, 47 und 48 ausgeführt, noch zu anderen Zwecken gebraucht werden kann. Derselbe besteht der Hauptsache nach aus einem Tische, unter dem ein

Fig. 46.

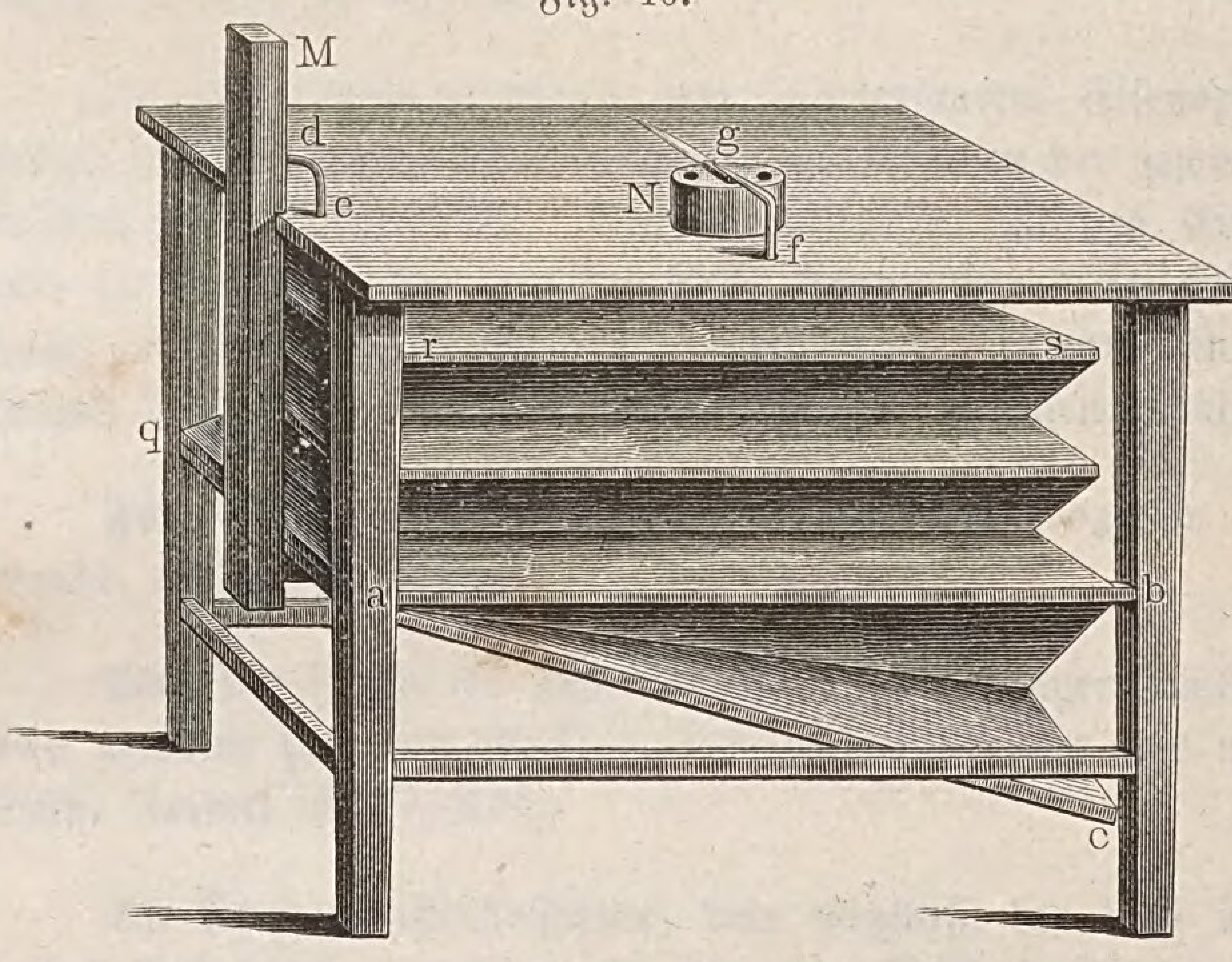


Fig. 47.

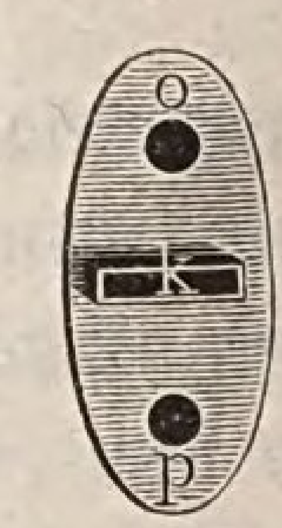
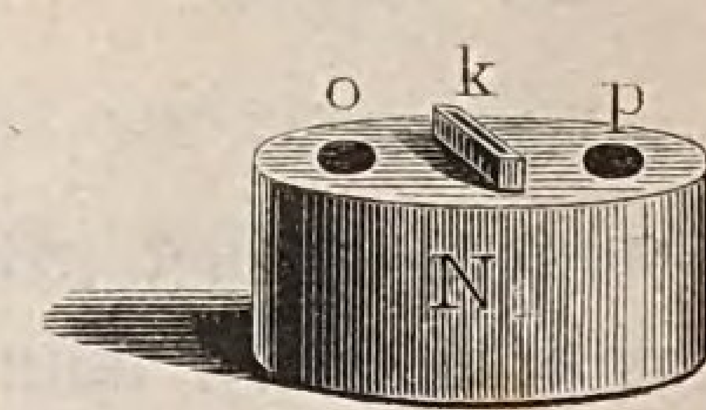


Fig. 48.



doppelt wirkender Blasebalg angebracht ist. Das Brett *ab* ist an den vier Tischbeinen unbeweglich befestigt eingelassen. In der Mitte erhält es eine (oder zwei) viereckige Oeffnung, die durch ein aufwärts sich öffnendes Lederventil geschlossen ist.

Am besten ist es, zwei Oeffnungen anzubringen, deren Größe sich nach der Größe des Brettes richtet; ist das Brett 2 Fuß lang und 1 Fuß breit, so giebt man den Oeffnungen eine Länge von 2 Zoll und eine Breite von 1 Zoll. Das Ventil ist aus einem Stücke Sohlleder angefertigt, das nach oben ein ziemlich schweres Brettchen trägt; das Leder ragt auf drei Seiten $1/2$ Zoll

über die Oeffnung hinaus, an der vierten Seite aber etwa 1 Zoll; an diesem Stücke wird das Ventil auf das Brett geklebt und nachher noch festgenagelt. Das Brett *ab* überleimt man noch mit Papier, um etwaige Risse undurchdringlich für die Luft zu machen. Nach der Seite *aq* hin erhält das Brett einen Ausschnitt, an den sich eine Windlade, ein vierseitiger parallelepipedischer Kasten aus dünnen Brettern *M* schließt, sobald man, was rathsam ist, den Blasebalg noch zu anderen Zwecken benutzen will; soll er aber bloß zum Glasblasen dienen, so kann man das Brett an der Seite *aq* von oben und zur Seite durch ein ¼ Zoll oder mehr großes Loch durchbohren, und dort hinein die Röhre einsetzen, welche den Wind zur Lampe führen soll. Unterhalb *ab* wirkt der einfache Blasebalg, Schöpfer, oberhalb das Windreservoir. Das Brett *ac* hat ebenfalls eine oder zwei Oeffnungen mit aufwärts wirkenden Ventilen, wie *ab*; es ist bei *aq* durch zwei Stücke dicken Sohlleders mit Schrauben an *ab* beweglich befestigt, so daß sich die Seite *c* auf- und abbewegen kann. Die Seiten des Schöpfers bilden vorn, an jeder Längsseite, zwei dreieckige Bretter; die Seite *c* besteht aus zwei trapezoidischen Brettern. Diese Bretter werden mit dem Brett *ac*, sowie mit *ab*, ferner unter einander durch dünnes, aufgeleimtes Schafleder verbunden, so daß sie unter einander und an den großen Brettern beweglich sind; in den Ecken giebt man so viel Leder, daß die Falten sich gehörig öffnen können; die Bretter legen sich, wenn *ac* die horizontale Lage annimmt, ganz einwärts, ohne sich zu berühren.

Der Windbehälter wird ebenso aus trapezoidischen Brettern, die unter sich und mit den Brettern *ab* und *rs* durch Leder beweglich verbunden sind, gemacht, so daß zwei Einfaltungen entstehen.

Aus der Windlade *M* führt ein Bleirohr *de*, in der Wand derselben durch einen Kork befestigt, gleich unter der Tischplatte liegend, bis in die Nähe der Lampe; es endigt innerhalb der Tischplatte in einer entsprechenden Durchbohrung bei *f*; durch Klebwachs ist das Rohr luftdicht von unten eingeführt; in dasselbe Loch ist ein rechtwinklig abgebogenes Glasrohr *fg* eingesetzt und mit Klebwachs befestigt; seine Oeffnung bei *g*, wo es zur Spitze ausgezogen ist mit scharfen Rändern, ist ½ bis 1 Linie groß, je nach der Stärke der beabsichtigten Flamme. Ein Trittbrett, das in der Zeichnung fortgelassen ist, hebt den Schöpfer, während ein Gewicht bei *c* ihn wieder abwärts führt; auf dem Brette *rs* liegen Eisen- oder Bleiplatten zum Zusammenpressen des Windes. Die Lampe *N*, aus verzinntem Eisenblech, ist etwa 2½ Zoll hoch, elliptisch; der längere Durchmesser beträgt etwa 5 bis 6 Zoll, der kleinere etwa 3 Zoll. Dem kleinern Durchmesser nach hat sie im Deckel eine kurze Tülle *k*, worin der Docht sitzt, und zur Seite zwei Löcher *o* und *p* zum Nachgießen des Oels. Die Tülle ist etwa 1½ Zoll lang und 3 bis 4 Linien breit; der Docht wird aus zwei oder vier platten, gewebten Lampendochten gemacht, so breit wie die Tülle lang ist.

Der Blasebalg wird nun groß gemacht, je nach dem Gebrauche, den man davon machen will; soll er bloß zum Glasblasen dienen, so reicht eine Länge von 2 Fuß auf eine Breite von 1 Fuß hin; will man ihn aber auch zu anderen

Zwecken gebrauchen, so nimmt man ihn noch einmal so groß und versieht ihn mit der Windlade. Diese hat dann zur Seite und oben Löcher, in die man Pfeifen zu akustischen Versuchen einsetzen kann; im Boden befindet sich ein Loch zur Aufnahme eines Blechrohrs, um einen kräftigen Windstrom in einen Windofen treiben zu können, u. dgl. Die Löcher sind gewöhnlich mit Körken geschlossen.

Als Brennmaterial dient gereinigtes Rüböl.

Der Docht steht so hoch aus der Tülle, daß er eine 3 bis 4 Zoll hohe Flamme giebt; man theilt ihn der Länge nach so, daß der Windstrom durch die so gebildete Rinne geht und die ganze Flamme mitnimmt. Das Blaserohr reicht etwas in die Flamme hinein, wenn man eine spitze, ruhige Flamme will, zum Bearbeiten kleinerer Gegenstände, oder bleibt etwas von der Flamme, wenn man eine Brauseflamme will, für größere Gegenstände; in letzterem Falle nimmt man auch ein Rohr mit etwas weiterer Oeffnung. Im Allgemeinen muß die Flamme wenig leuchten, ein bläuliches Licht geben und, bei 2 bis 3 Zoll Länge, keinen Ruß absetzen. Das zu bearbeitende Glas muß man nach und nach erwärmen und der vollen Flamme aussetzen, sowie es immer umdrehen, was namentlich während der Erhitzung geschehen muß, damit es allseitig glüht; nach vollendeter Arbeit erwärmt man noch eine Zeitlang, der langsamen Abkühlung wegen; ohne diese Vorsicht reißt das Glas leicht.

In Ermangelung eines Glasbläsertisches kann man sich zu vielen Arbeiten der Aeolipile, Fig. 49 und 50, bedienen, die jeder Blechschmidt leicht herstellen kann. Sie besteht aus einem doppelten cylindrischen Gefäße von Messingblech, wie es beistehende Figur im Durchschnitt zeigt; das innere $efgh$ ist mit dem äußern $akld$ luftdicht verbunden, unten durch einen gemeinschaftlichen Boden kl, oben durch eine ringförmige Platte, die den innern hohlen Raum schließt.

Fig. 49.

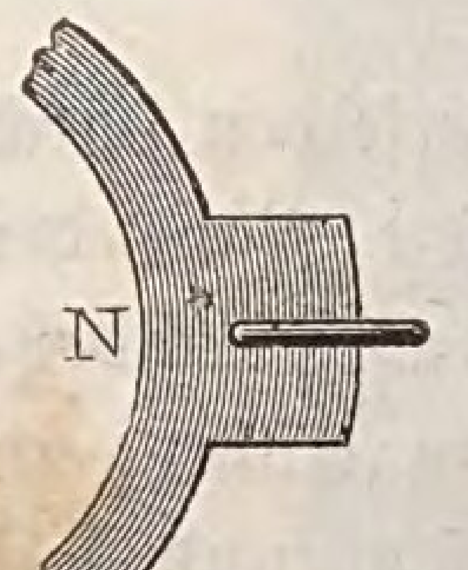
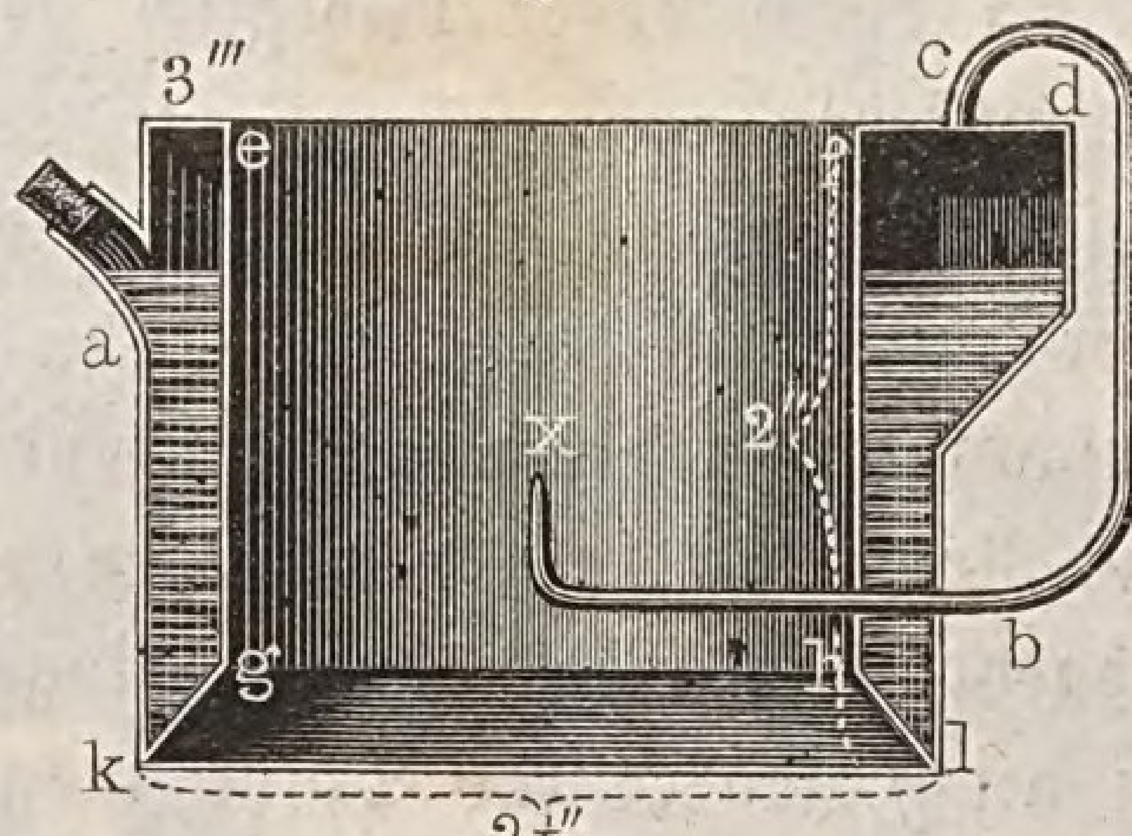


Fig. 50.



An einer Seite oben, bei fd, erweitert sich der hohle Raum, wie aus N zu ersehen (Fig. 49); aus dieser Erweiterung entspringt eine Röhre cbx, die bei b beide Wände durchbricht und mit aufwärts gebogener Mündung in der Mitte des innern Raumes mit enger Oeffnung mündet; bei a ist eine Eingußöffnung, die in den hohlen Raum führt; ein Deckel mit Handhabe schließt den innern Raum. Beim Gebrauche gießt man durch a in den Raum zwischen beiden Wänden Spiritus (bis a), und schließt durch einen Kork; dann bringt man in den innern Raum $efgh$ etwas Spiritus und zündet diesen an. Die Hitze des brennenden Spiritus bringt den eingeschlossenen Spiritus zum Sieden, die Dämpfe entweichen durch x, entzünden sich, und es entsteht eine sehr heiße, prasselnde Flamme, in der Glas rasch erweicht und sich leicht behandeln läßt. Nach bei der Figur angegebenen Dimensionen kann man sich für wenig Geld einen solchen Apparat anschaffen.

1. Das Biegen der Glasröhren kommt sehr häufig vor. Die meisten dünnwandigen Röhren lassen sich schon in der einfachen Spiritusflamme biegen, wobei man nur darauf zu achten hat, daß die Schenkel in einer Ebene liegen, und die Biegung keine eingesunkene Stellen und keinen scharfen Winkel zeigt; man biegt jede Stelle nur wenig und rückt jedesmal etwas aus der Flamme seitwärts. Um Röhren abzuschneiden, macht man mit der Dreieckfeile einen Feilstrich an der Stelle, wo man die Trennung beabsichtigt, faßt die Röhre mit beiden Händen, setzt die Daumen dem Strich gegenüber auf und bricht; der Bruch erfolgt meist eben. Dickere Röhren werden tiefer und rund um eingefeilt und dann das glühende Ende einer Sprengkohle aufgesetzt, indem man durch Blasen die Kohle anfacht; es entsteht ein Sprung, den man durch Weiterrücken der Kohle um die Röhre führt. Den scharfen Rand bringt man in die Flamme der Lampe des Glasbläsertisches oder der Aeolipile, und erhitzt, beständig drehend, bis zum Schmelzen der scharfen Kanten. Soll eine Röhre ausgezogen werden, etwa um ein Spitzrohr zu machen, so erhitzt man sie drehend an einer Stelle, bis sie ganz weich ist, nimmt sie aus der Flamme und zieht mit fester Hand aus; beide Theile der Röhre sind nun durch ein feines Haarröhrchen verbunden, das man abbricht und den Rand der feinen Spitze in der Flamme abschmilzt, bis die Oeffnung die gewünschte Weite zeigt.

Zum Ausziehen weiterer Röhren, z. B. um ein Probirglas zu machen, erhitzt man in der Flamme der Aeolipile oder des Glasbläsertisches die Röhre und zieht aus, indem man dafür sorgt, daß der ausgezogene Theil so kurz wie möglich ist, schmilzt ab und zu; gewöhnlich bleibt ein Glasknöpfchen, von der einschmelzenden Spitze herrührend; man erweicht, setzt eine spitze Thermometerröhre an und zieht in einem Faden ab, was man wohl ein- oder zweimal wiederholen muß. Dann wird das zugeschmolzene Ende bis zum Weichwerden erhitzt und durch vorsichtiges Einblasen der Boden halbkugelförmig aufgetrieben. Nachdem man von der übrigen Röhre das zugeblasene Ende in gewünschter Länge abgesprengt hat, wird der scharfe Rand erhitzt und durch ein schief eingeführtes Eisenstäbchen, während man die Röhre beständig dreht, etwas abgebogen, wodurch das Ausgießen aus dem nun fertigen Probirglase erleichtert wird.

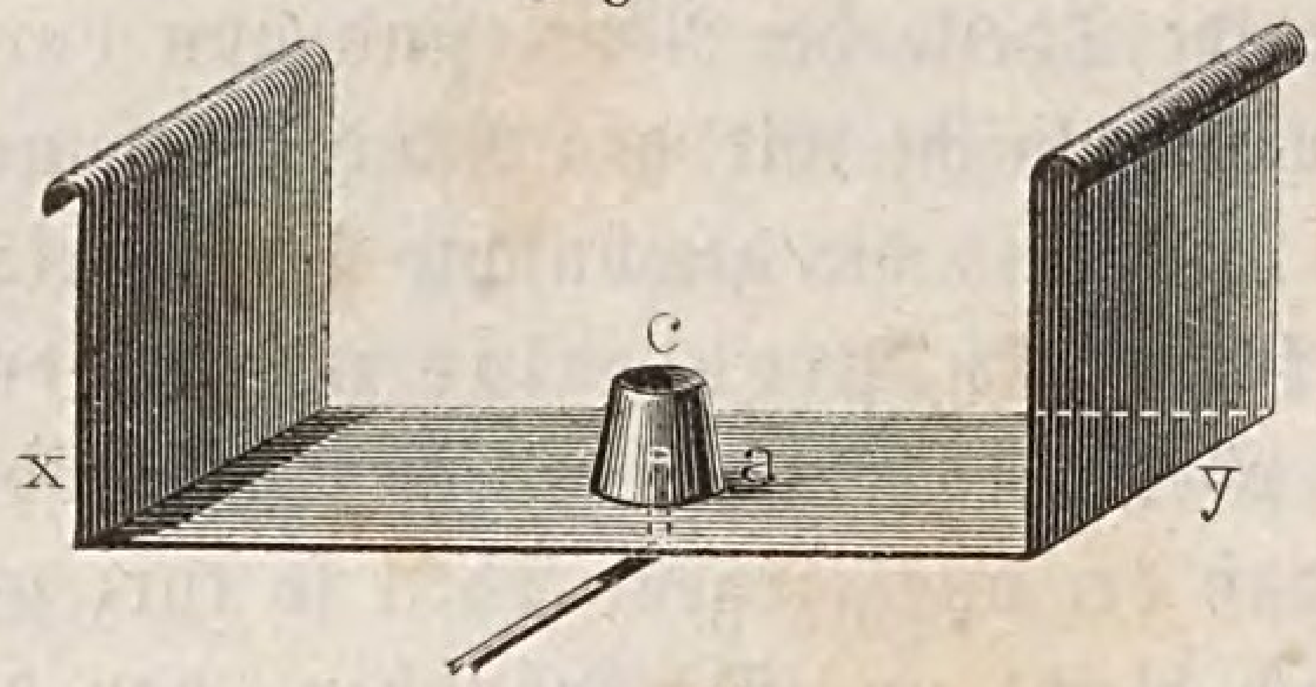
Um eine Kugel am Ende einer Röhre anzublasen, erhitzt man eine ziemliche Strecke der Röhre und schiebt die Glasmasse durch Aufstauchen des einen Endes zusammen, wodurch man die gehörige Menge Glas erhält, was oft mehrmals geschehen muß; da aber gewöhnlich eine Verengerung eintritt, so bläst man in die Röhre, indem man das eine Ende verschließt; dann zieht man das kurze Ende ab, schmilzt zu und rundet ab. Unter stetem Umdrehen wird dann das geschlossene Ende stark erhitzt, die Röhre aus dem Feuer genommen und etwas aufgeblasen; dann wird die Kugel wieder erhitzt und nun erst zur verlangten Größe aufgeblasen. Eine solche Kugel kann man leicht auf folgende Art zum Trichter umformen: Man erhitzt nämlich stark den obern, der Röhre abgewandten Theil der Kugel, die in diesem Falle am besten länglich ist, und bläst heftig in die Röhre, wodurch die Kugel an der erhitzten Stelle sich öffnet.

Der Rand wird abgeschmolzen und nöthigenfalls mit dem Eisenstäbchen erweitert.

2. Das Durchbohren des Korks. Durch Drücken zwischen den Fingern oder durch gelindes Klopfen mit einem hölzernen Hammer ertheilt man dem Korke Elasticität. Dann durchbohrt man denselben mit einem Pfriemen und führt in dieses Loch die Spitze einer Rundraspel (Rattenschwanz von den Schreinern genannt); durch Drehen und öfteres Weiter- und Zurückschieben der Raspel wird das Loch erweitert, bis die Glasröhre es genau füllt. Man braucht auch wohl sogenannte Korkbohrer, Röhren von Eisenblech, deren Rand geschärft ist und deren oberes Ende eine Handhabe trägt.

3. Pneumatische Wanne. Zum Auffangegefäß kann jeder weite Topf benutzt werden. Man hat aber parallelepipedische oder rundliche Gefäße, am besten von Zink, die zum bequemen Aufstellen der Auffangegläser mit der sogenannten Brücke versehen sind. Diese ist ein mehrere Zoll breiter Blechstreifen *xy*, der an der längern Seite der Wanne, Fig. 51, mittelst Ueberbiegungen hängt. Er ist an der untern horizontalen Fläche bei *a* durchbohrt und trägt dort einen kleinen, nach oben conisch sich verjüngenden offenen Blechkegel *ac*, unter dem das Ende des Entwickelungsrohrs mündet. Die Fläche *xy* taucht in das Auffangewasser, so daß noch 1 Zoll hoch das Wasser die Mündung *c* des Kegels bedeckt. Man hat nun nur nöthig, die Oeffnung der Auffangeflasche über den Blechkegel zu stülpen, wodurch das lästige Anhalten der Flaschen wegfällt. Man kann auch die Brücke einklemmen.

Fig. 51.

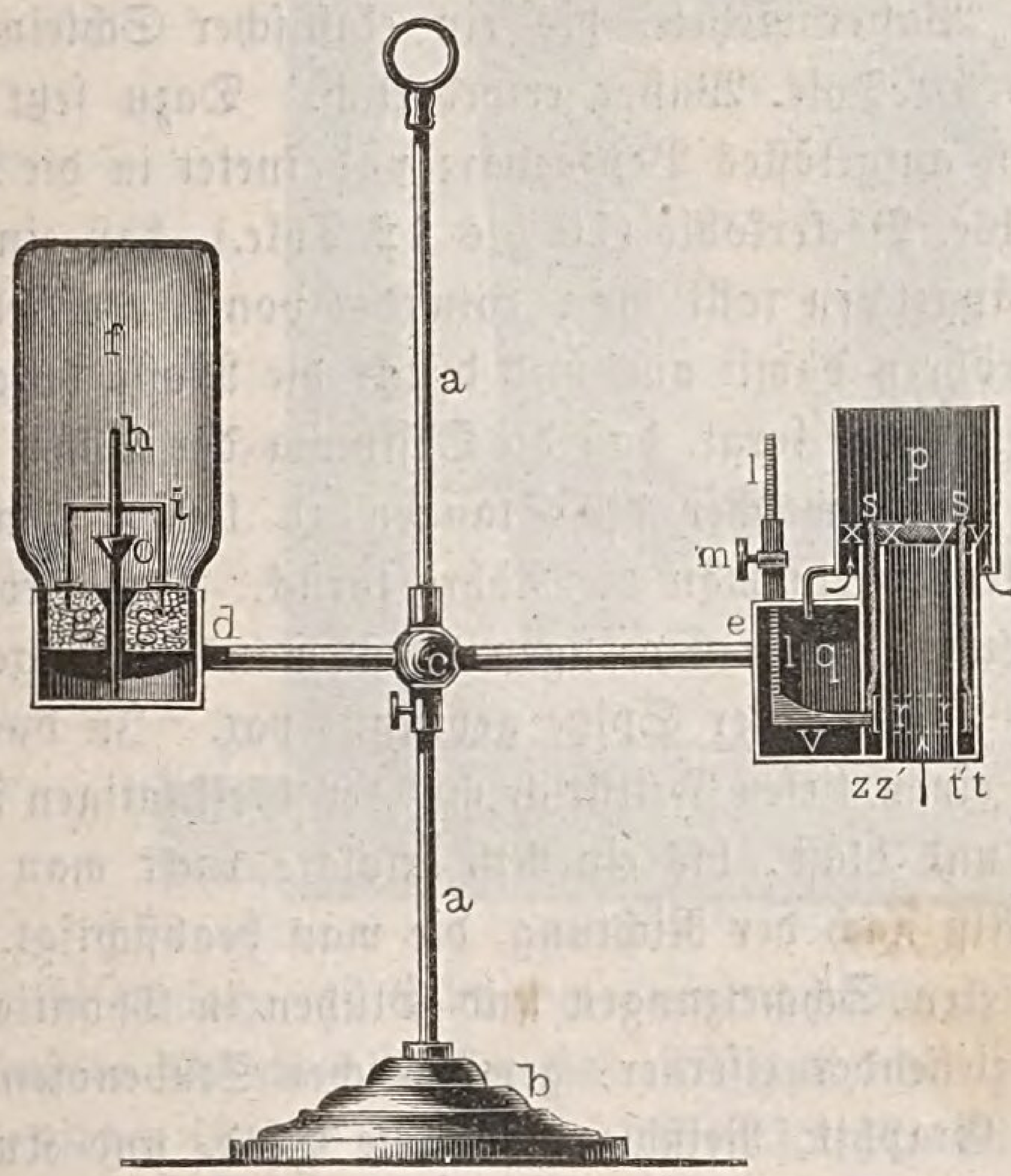


4. Eine einfache, recht brauchare Spirituslampe kann man sich auf folgende Art herstellen: Ein etwa $1^1/_2$ Zoll breites und 1 Zoll langes Stück recht dünnen Blechs rollt man auf ein rundes Stäbchen, so daß ein Röhrchen entsteht, das $1^1/_2$ Zoll lang ist und die Weite etwa eines Federkiels zeigt; es nimmt den Docht auf. Man führt es engschließend durch einen durchbohrten Kork, der in ein gewöhnliches Fläschchen mit weiter Oeffnung paßt. Zum Schutze des Korks führt man die Blechröhre durch eine runde Platte von Blech, welche die Oberfläche des Korks bedeckt, aber größer als diese ist, und biege den überragenden Rand, den man eingeschnitten hat, über die Seiten des Korks herab. Nach jedesmaligem Gebrauche wird das Fläschchen entleert und der Docht durch Ausdrücken von Spiritus befreit.

Um höhere Hitzgrade hervorzubringen, bedient man sich der Weingeistlampe mit doppeltem Luftzuge, nach Art der Argand'schen Lampen. Der runde, hohle Docht bewegt sich mittelst einer Zahnstange und eines Getriebe in dem hohlen Raume zwischen zwei Cylindern, die unten durch eine Ringplatte mit einander verbunden sind. Die Zahnstange trägt eine Querstange, an der ein Ring sitzt, auf den der Docht gesteckt wird. Diese Querstange ist in einem besondern Behälter eingeschlossen, der nur durch ein Rohr mit dem ringförmig die

oben genannten Cylinder umgebenden Spiritusbehälter in Verbindung steht. Ganz nach Art der Argand'schen Lampen strömt die Luft durch den Canal, den der innere Cylinder bildet, in die Flamme, und umspült sie auch von außen. Um den Zug zu vermehren, kann man einen Schornstein von Messingblech aufsetzen. Ein Statif trägt die Lampe, außerdem aber noch Ringe 2c., um Tiegel aufsetzen zu können. Eine Abänderung der im Vorigen beschriebenen Lampe stellt beistehende Figur 52 vor; in dieser Modification bietet sie manche Vorzüge dar. An einer

Fig. 52.



Messingstange *aa*, von einem schweren Fuße *b* getragen, bewegt sich mittelst des Umfangsstückes *c* die Röhre *de* auf und ab; sie trägt an der einen Seite die Lampe, an der andern den Spiritusbehälter *d*, in welchen eine mit Spiritus gefüllte Flasche *f* umgestürzt wird. Die Flasche ist mit einem dicken, auf beiden Seiten mit Messingplatten versehenen Korke *gg* verschlossen. An der innern Platte ist ein Bügel *i* befestigt, durch den, sowie durch die Platten und den Kork, ein Stäbchen *h* sich leicht bewegt; es trägt ein Kegelventil *o*, das beim Heraufziehen der Flasche in eine entsprechend geformte Oeffnung der innern Platte (und im Korke) paßt und die Flasche schließt. Wird nun die Flasche durch die Oeffnung im Korke mit Spiritus gefüllt, der Stab angezogen, so daß das Ventil die Oeffnung schließt, und umgedreht, so fließt keine Flüssigkeit aus; setzt man aber in *d* ein, so trifft der Stab auf den Boden von *d*, hebt sich, und der Spiritus fließt durch die Röhre *de* zur Lampe. Ist der Spiritus in dem Behälter *d* so hoch gestiegen, daß er die Oeffnung im Korke sperrt, so ist Gleichgewicht vorhanden, und der Spiritus steht in der Lampe an dem obern Rande des Dochtes, da *xy* ebenso hoch oder doch nur etwas höher liegt, als die Oeffnung im Korke. So lange die Oeffnung von Spiritus gesperrt ist, kann keine Luft in *f* eindringen, so bald aber durch den Verbrauch das Niveau in *d* sinkt, treten einige Luftblasen in *f* und verdrängen etwas Spiritus, der nun nachfließend das Niveau in *d* bis zu erneuter Sperrung steigen macht; auf diese Art erhält sich der Spiritus in der Lampe nahezu in gleicher Höhe, was wesentlich zur Steigerung der Hitze beiträgt. In der Lampe selbst findet man die oben beschriebenen Theile leicht wieder: *q* ist der Behälter, in dem die Zahnstange *l*, durch das Getriebe *m* bewegt, auf- und abgeht; die Querstange *v* trägt den Ring *rr*, auf den der

Docht *ss* gesteckt wird, der in dem hohlen Raume zwischen den beiden Cylindern *xzty*, *x'z't'y'* durch das Getriebe auf- und abgeschoben wird. *p* ist der Schornstein. Die drei Pfeile deuten das Einströmen der Luft an.

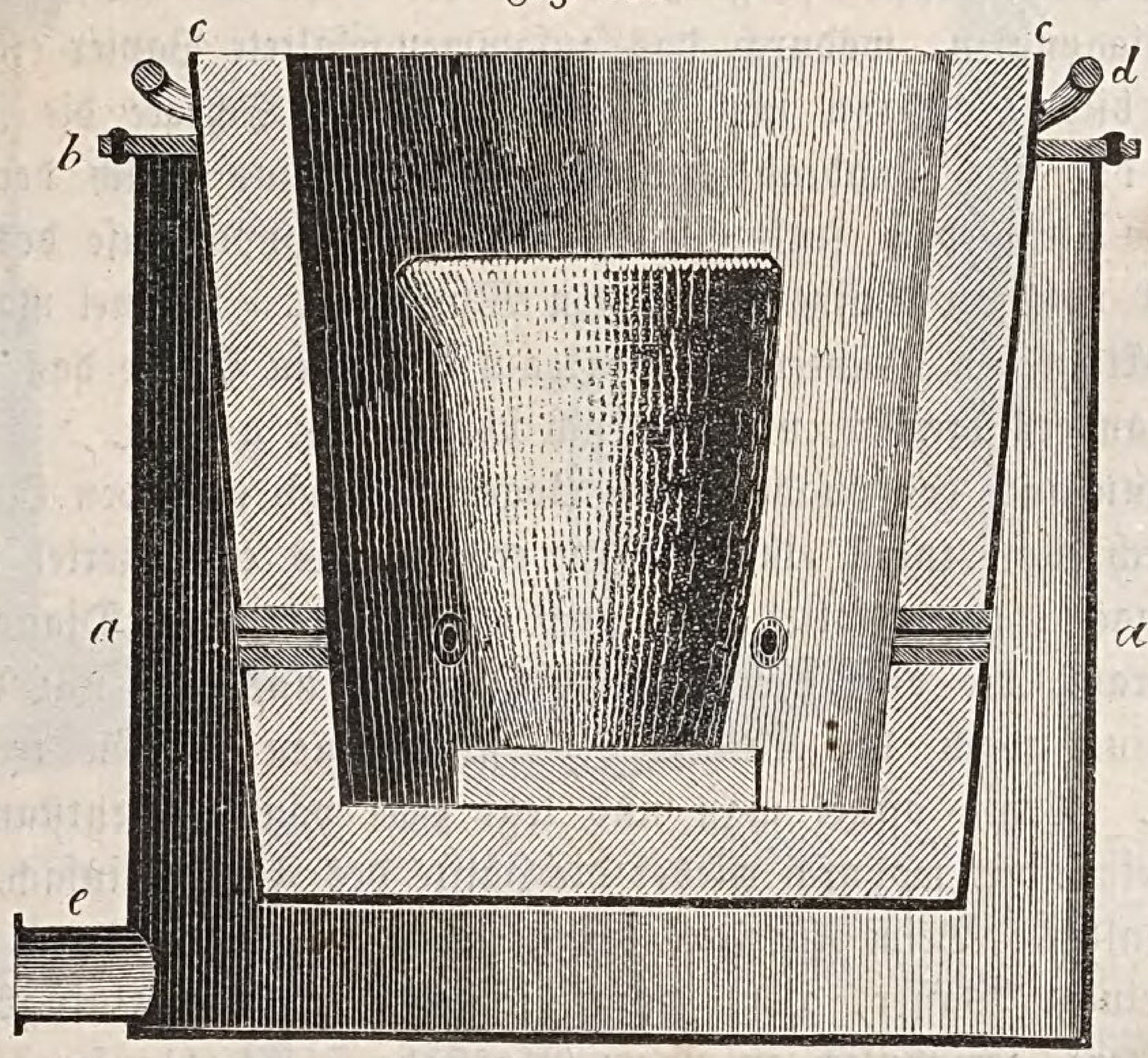
Am besten wird die Lampe in folgenden Dimensionen ausgeführt: die Stange *aa* ist etwa 16 Zoll lang; die Röhre *de* = 10 Zoll; die Höhe des Dochtcylinders = $2^1/_2$ Zoll; sein innerer Durchmesser (der Raum, durch den die Luft einströmt) = $^7/_8$ Zoll; der Durchmesser des Schornsteins = $1^7/_8$ Zoll.

5. Sprengkohlen. Man läßt 1 Thl. Gummi arabicum und 1 Thl. Gummi Traganth mit heißem Wasser stehen, bis ein elastischer Schleim entstanden ist, wozu etwa 8 bis 10 Thle. Wasser erforderlich. Dazu setzt man $^1/_6$ in möglichst wenig Weingeist aufgelöstes Benzoeharz und knetet in die Masse so viel ganz feingepulverte Kohle, Bäckerkohle (10 bis 12 Thle.), daß ein plastischer Teig entsteht. Die Stängelchen rollt man entweder von Federkieldicke, oder besser füllt passende Glasröhren damit aus und drückt die Masse durch ein Holzstäbchen heraus, indem man dafür sorgt, daß die Oeffnung der Röhre nahe über der Fläche gehalten wird, auf welcher die Stangen zu liegen kommen; nach Maaßgabe des Heraustretens zieht man die Röhre zurück. Das Trocknen der Stangen geschieht an der Luft. Beim Sprengen bläst man so lange auf die angezündete Kohle, bis sie sich zu einer Spitze gebrannt hat. In das abzusprengende Glas macht man einen tiefen Feilstrich mit der dreikantigen Feile, setzt die glühende Kohle auf und bläst, bis ein Riß erfolgt; rückt man nun die Kohle weiter, so folgt der Riß nach der Richtung, die man beabsichtigt.

6. Oefen. Zu sehr vielen Schmelzungen und Glühen in Thontiegeln, Schmelztiegeln, reicht ein gut ziehender eiserner, gewöhnlicher Stubenofen hin. Aus einem großen Tiegel von Graphit, Reißblei, wie die Gold- und Kupferschmiede sie brauchen, kann man einen recht brauchbaren kleinen Ofen sich herstellen; man setzt einen Rost von Eisen ein und bringt über und unter demselben zwei Oeffnungen an, die durch mit Thon beschlagene Eisenthüren, welche eingesetzt werden, geschlossen werden können. Man kann sie zum Abdampfen und zu noch anderen Zwecken benutzen, indem man auf den Rand des Ofens ein Dreieck aus dickem Eisendraht legt, oder ein Stück Eisenblech, in das zur Aufnahme von Schälchen Oeffnungen eingeschnitten sind. Will man darin einen Tiegel erhitzen, so stellt man ihn auf ein Stück Ziegelstein von unverbrennlichem Thon, das auf dem Roste liegt; auf den Rand stülpt man einen gleich großen Tiegel, dessen Boden ein 3 bis 4 Zoll hohes eisernes Abzugsrohr durchdringt. Man heizt mit Holzkohlen, die man um den Untersatz und den Tiegel aufhäuft. Besser eingerichtet ist ein eiserner Ofen von starkem Eisenblech von etwa 1 Fuß Durchmesser, mit Rost und Thüren und einem eisernen Aufsatz mit Rohr; alle Theile dieses Ofens, die unmittelbar mit dem Heizmaterial in Berührung kommen, also namentlich der Heizraum und der Aufsatz, sind mit einem 1 bis $1^1/_2$ Zoll dicken Ueberzug, Beschlag, von unverbrennlichem Thon versehen, wodurch das Eisen vor dem Verbrennen geschützt und die Hitze mehr zusammengehalten wird. Die Masse zu einem solchen Beschlag fertigt man aus einem Pulver von zerklopften feuerfesten Ziegeln an, dem man etwas Thon und ge-

wöhnliches Ziegelmehl zusetzt, mit Wasser zu einem steifen Brei anrührt und durchknetet; als steife Masse aufgetragen, läßt man an der Luft trocknen und heizt dann langsam an. Die größte Hitze giebt der Gebläseofen (Fig. 53) in folgender Gestalt: Er besteht aus zwei in einander gestellten Cylindern von

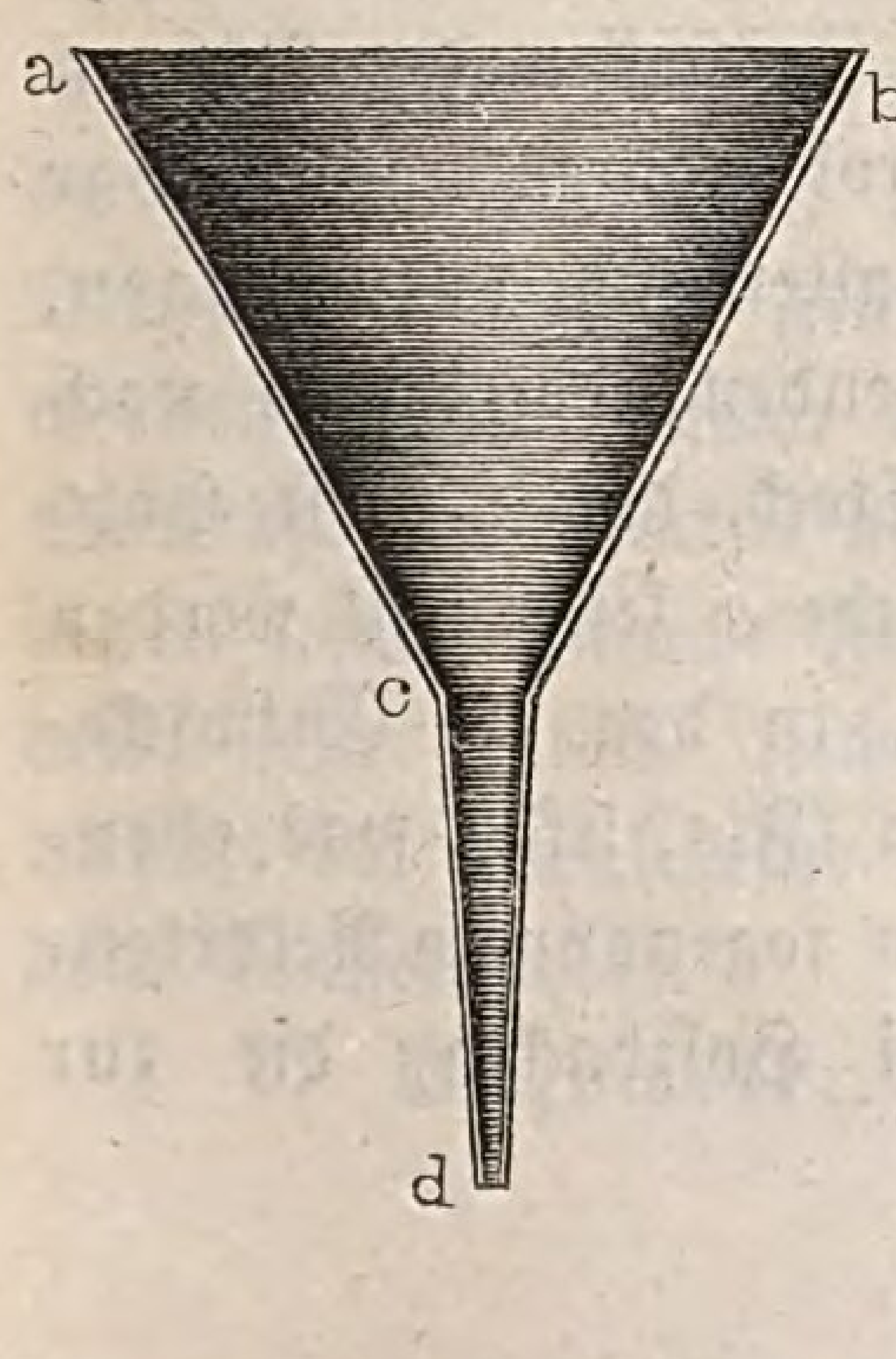
Fig. 53.



dickem Eisenblech, mit einander verbunden durch eine ringförmige Eisenplatte. Der äußere Cylinder *abba* hat 22 Zoll, der innere *cc* 16 Zoll im Durchmesser; jener ist 16 Zoll hoch, dieser 12 bis 13 Zoll. In den so gebildeten hohlen Raum preßt ein Blasebalg durch eine angesetzte Röhre bei *e* Luft ein, die wieder durch acht Löcher in den innern Cylinder strömt. Diese Löcher stehen in gleicher Höhe, 7 Zoll über dem Boden des innern Cylinders, und werden durch eiserne Röhren von etwa 1/2 Zoll Durchmesser gebildet. Der innere Cylinder ist mit einem 1 1/2 Zoll dicken Beschlag versehen. In diesem Ofen schmilzt Gußeisen mit Leichtigkeit, besonders wenn man zur Feuerung gleich große Stücke Holzkohlen, etwa von Wallnußgröße, anwendet.

7. Trichter, Filtriren. Die in der Chemie gebrauchten Trichter sind von Glas oder Porzellan, in wenigen Fällen von Weißblech oder Zinn. Die richtige Form eines Trichters ist die Kegelform mit geraden Wänden (Fig. 54); an die Spitze des Kegels setzt sich die Trichterröhre an. Der Winkel, den die schiefen Trichterwände mit einander bilden, beträgt 60°, so daß der Durchschnitt des Trichters (ohne Röhre) ein gleichseitiges Dreieck bildet. Die Porzellantrichter sind zum Durchfiltriren kochend heißer Flüssigkeit geeigneter, da sie nicht so leicht springen, wie die Glastrichter; gewöhnlich haben sie keine Trichterröhre,

Fig. 54.



dafür aber an den Seiten und in der Spitze Löcher zum Durchsickern der Flüssigkeit.

Das Filtrum, aus eigens zum Filtriren angefertigtem Papier gebildet, hat auseinandergelegt eine Kreisform. Man faltet ein quadratisches Stück Papier, dessen Seite doppelt so groß ist, als die Seite ac des Trichters, nach den beiden Diagonalen, wodurch das zusammengefaltete Papier ein rechtwinkliges Dreieck bildet. Dann schneidet man mit der Scheere die Zipfel (von 45°) so ab, daß ein Quadrant entsteht, dessen Radius gleich der Seite des Trichters, also gleich dem senkrechten Abstande der Hypotenuse des rechtwinkligen Dreiecks von der Spitze des rechten Winkels ist. Oeffnet man nun eine Seite und steckt in den Trichter, so liegt auf der einen Hälfte das Papier einfach, auf der andern dreifach, und legt sich überall sehr gut an.

Man kann auch den quadratischen Bogen zweifach nach den Quadratseiten falten, wodurch man zuerst ein Quadrat erhält, das ein Viertel des ganzen Papiers ausmacht; dann faltet man noch einmal nach der Diagonale dieses kleinen Quadrats, die von der Spitze des Filters ausgeht, und schneidet so, daß der Radius gleich der Kathete des entstandenen kleinen rechtwinkligen Dreiecks wird. Dann öffnet man und legt zwei von den entstandenen acht Dreiecken aufeinander, wodurch wieder die Hälfte des Filters einfach, die andere dreifach sich anlegt. Beim Filtriren benetzt man das Filter durch die Spritzflasche mit reinem Wasser, gießt dann die zu filtrirende Flüssigkeit auf die Seite des Filters, gewöhnlich an einem Glasstabe sie herablaufen lassend, den man an den Rand (an die Ausgußmündung) des Gefäßes legt, aus dem man ausgießt. Soll ein Niederschlag, den man sammeln will, von einer Flüssigkeit getrennt und nachher noch gewaschen werden, so läßt man ablaufen und treibt dann durch die Spritzflasche den Niederschlag in die Spitze des Filters, das Aufspritzen von Wasser so lange wiederholend, bis der Niederschlag rein erscheint; derselbe findet sich dann vereint in einer Masse.

Zu Trägern kann man Flaschen anwenden, am besten mit weiter Mündung, in die man den Trichter setzt; doch bedarf man auch noch anderer Träger, entweder Stative von Holz, deren senkrecht stehender Stock ein mit weiten Löchern zur Aufnahme der Trichter durchbohrtes Brettchen trägt, das durch eine Schraube in jeder Höhe festgestellt werden kann, oder einfacher Bänkchen von Holz, deren Brett von Löchern zur Aufnahme der Trichter durchbohrt ist. Es ist sehr bequem, zum Unterstützen und Feststellen der Röhren und Kolben, besonders wenn man kleine Kolben oder Probirröhren unmittelbar der Flamme aussetzen muß, besondere Träger und Halter sich anzufertigen. Ein kräftiges Holzklötzchen A trägt einen senkrecht stehenden, der Länge nach durchbohrten Holzcylinder B (Fig. 55, 56 u. 59); ein Stock, der in diese Höhlung lose faßt und in beliebiger Höhe durch eine Schraube c festgestellt werden kann, trägt einen gebogenen Blechstreifen d (Fig. 55), in den die Entwickelungsröhre der Retorte eingelegt wird, oder ein Tischchen (Fig. 56), was ebenfalls mannigfachen Gebrauch gestattet, oder endlich einen sogenannten Retortenhalter (Fig. 57 und 58). Derselbe besteht aus zwei Holzbacken, die zur

Aufnahme des Retortenhalses Vertiefungen haben und durch eine Schraube *o* (Fig. 58) fest um den Hals angelegt werden können; der Retortenhalter *gf*

Fig. 55.

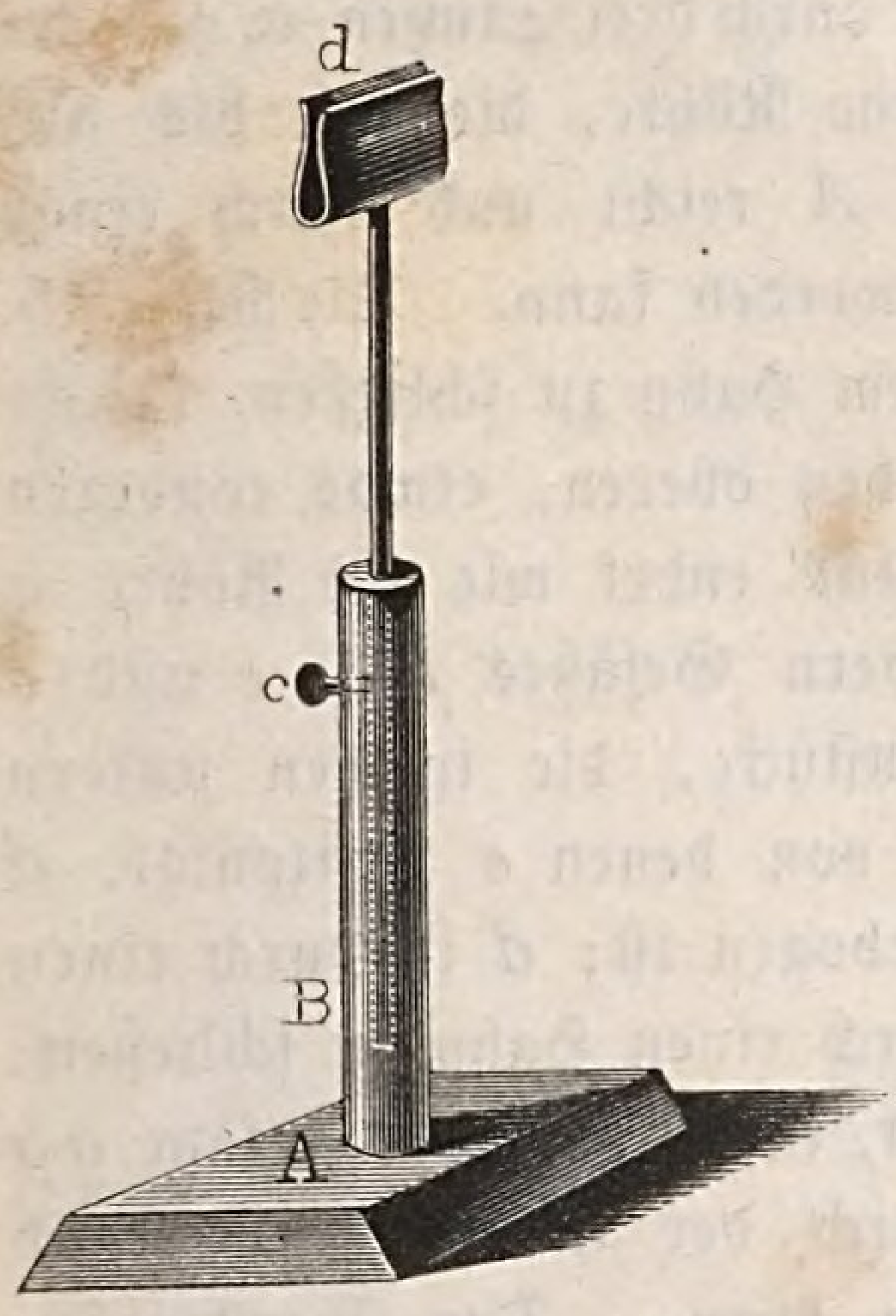


Fig. 56.

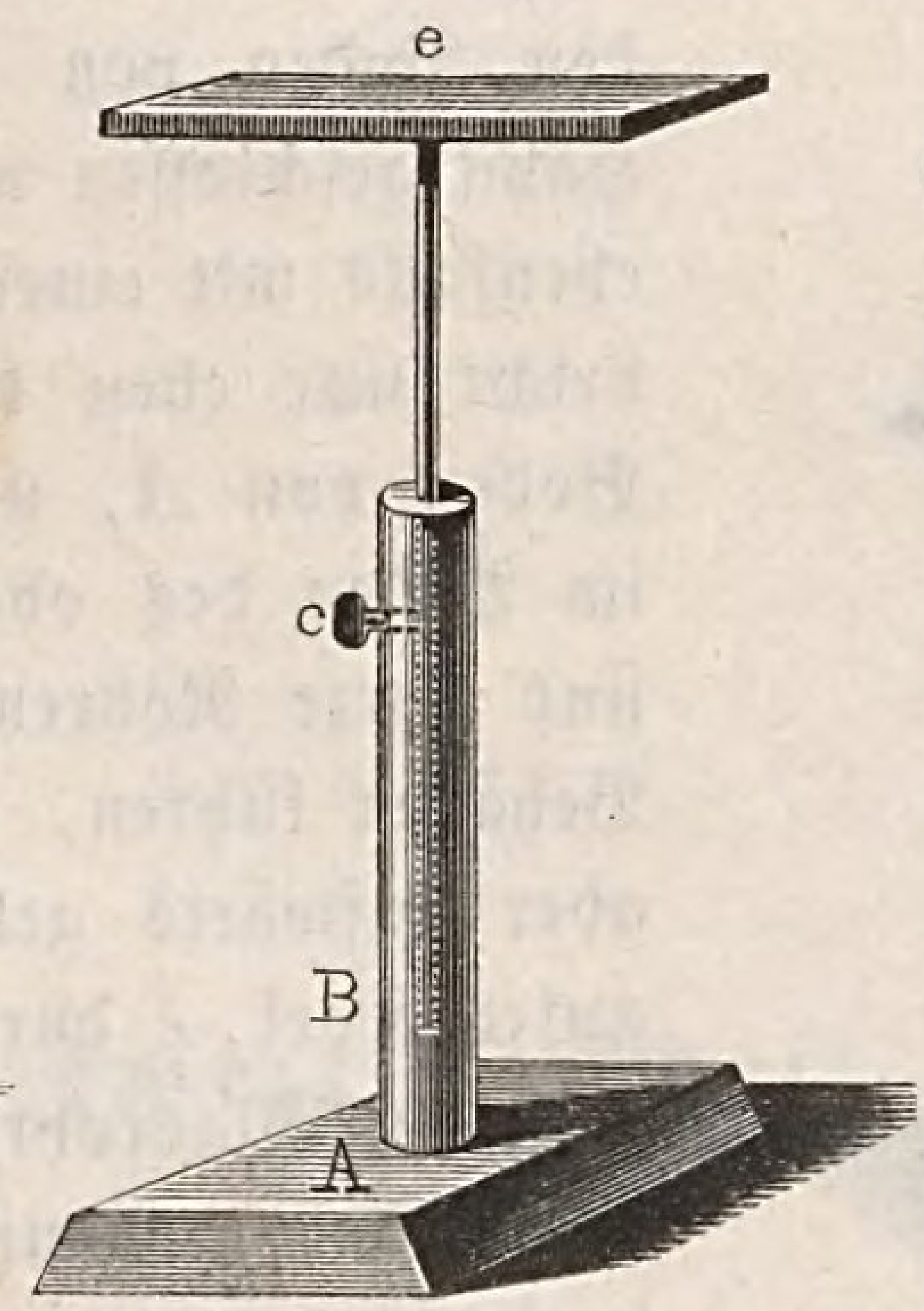


Fig. 57.

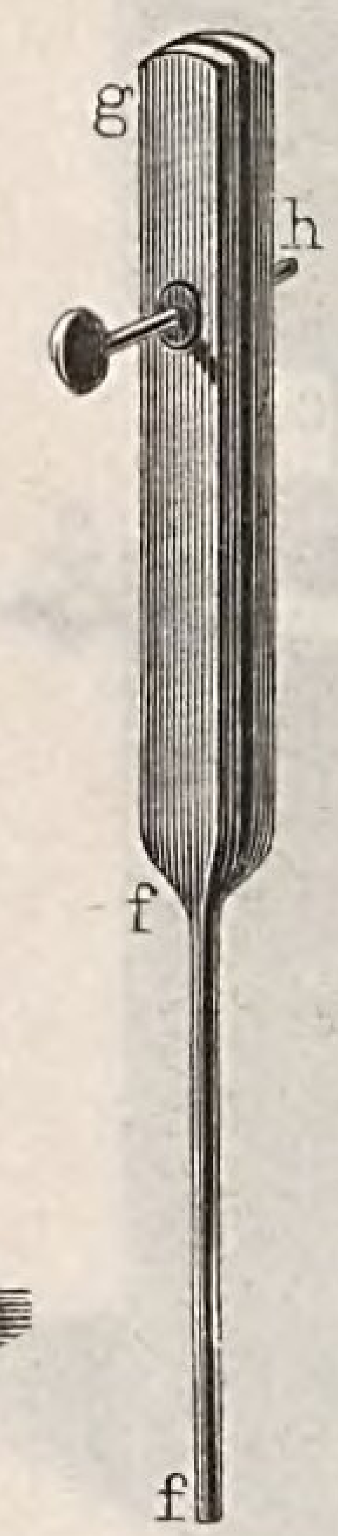
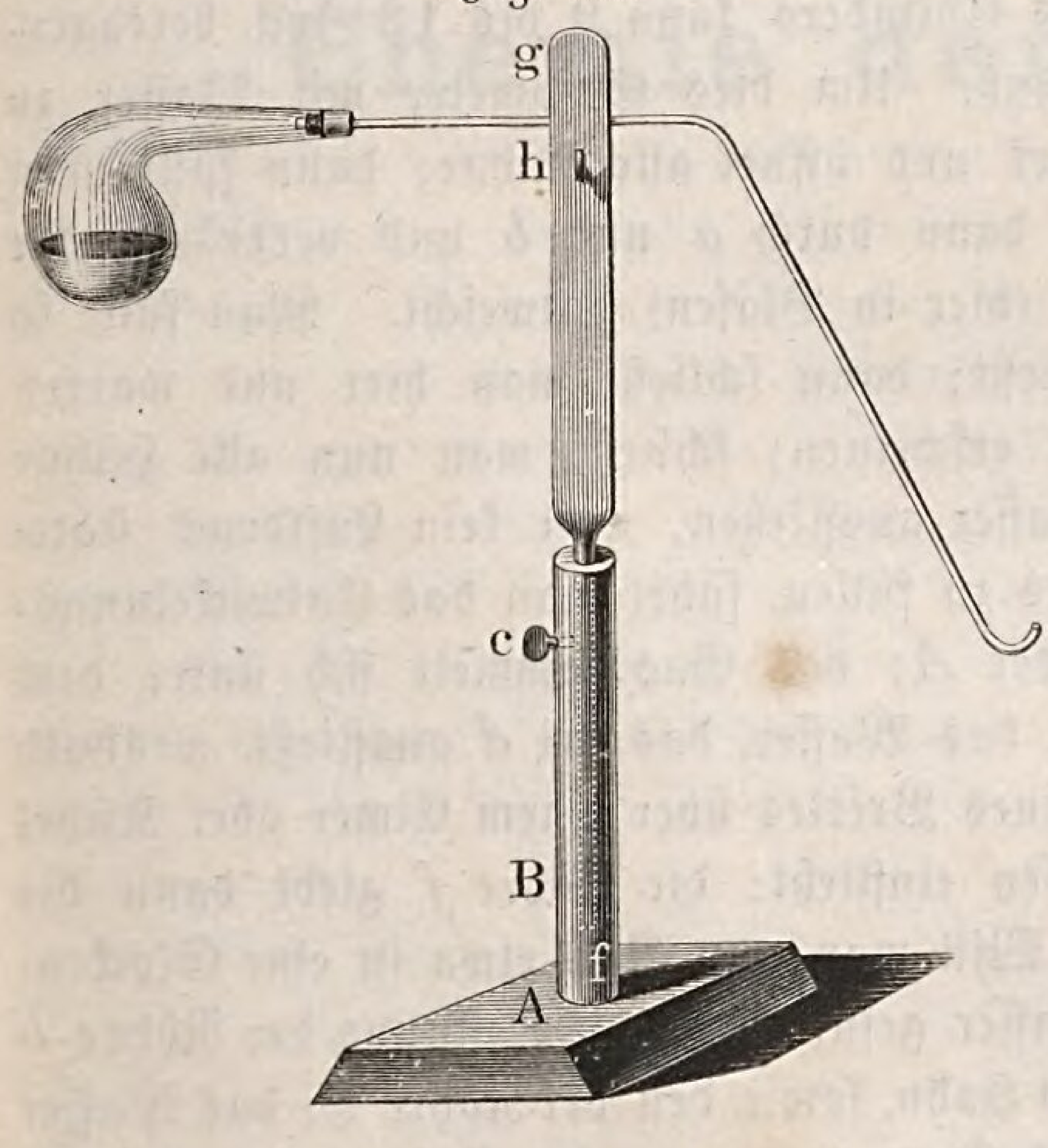


Fig. 58.



Fig. 59.



dient zum Festhalten dünnerer Entwickelungsröhren, die kleine Kolben tragen, wie in Fig. 59, besonders wenn man unmittelbar die Flamme auf die Retorte wirken lassen will. Ein brauchbarer Retortenhalter, Tenakel, ist auch in Fig. 1 dargestellt.

8. Abdampfschalen, Abdampfen. Die Abdampfschalen von Porzellan sind entweder im Boden flach, und dann dickwandig, oder auch halbkugelig, und dann von dünnen Wänden; diese sind besonders zum Kochen von Flüssigkeiten geeignet, sowie, wenn die Flüssigkeit auf ein geringes Volumen gebracht werden soll; jene aber eignen sich gut zum eigentlichen Abdampfen, da sie die Flüssigkeit unter großer Oberfläche und geringer Tiefe enthalten. Die abzudampfende Flüssigkeit muß beständig durch einen Glasstab umgerührt werden, damit immer neue Wasserschichten ihren Dampf abzugeben vermögen. Soll bis zur Trockne abgedampft werden, so muß man sehr vorsichtig mit Erhitzen sein. Manche Flüssigkeiten müssen über Wasserdampf abgedunstet werden; sehr einfach geschieht dies, indem man einen Blechdeckel, der zur Aufnahme der Schale eine weitere Oeffnung hat, auf einen eisernen Topf setzt, in dem Wasser siedet.

9. Gasometer. Am besten läßt man sich aus Zinkblech das neben-

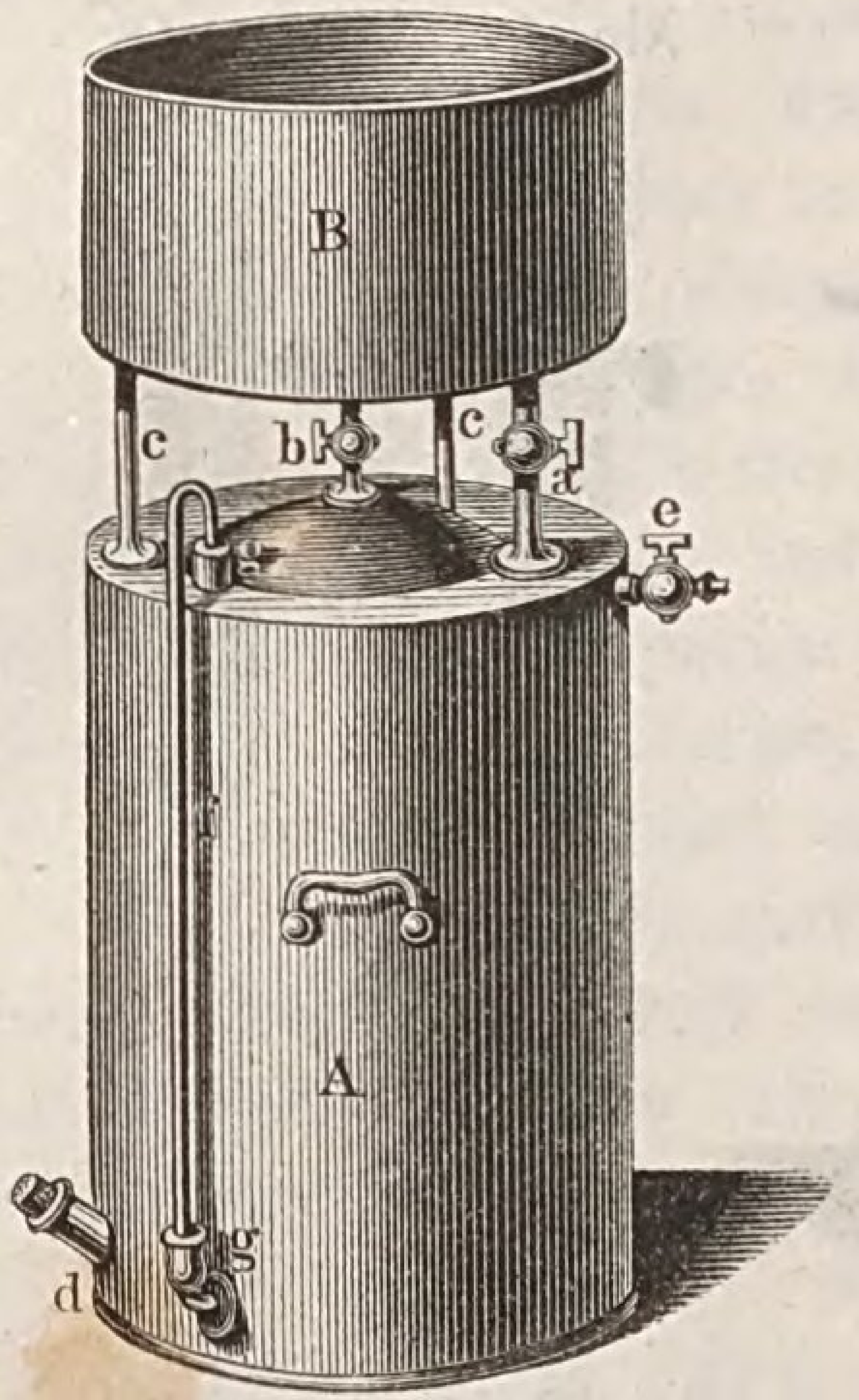


Fig. 60.

stehende (Fig. 60) anfertigen. Es besteht aus zwei Cylindern *A* und *B*, von denen der erstere ganz geschlossen, der andere oben offen ist und also ein Becken vorstellt; es wird durch drei Stützen *a, c, c* getragen. *a* ist eine Röhre, die fast bis auf den Boden von *A* reicht und durch einen Hahn geschlossen werden kann. Die Röhre *b*, ebenfalls mit einem Hahn zu schließen, durchbricht nur eben den oberen, etwas converen Boden von *A*, und endet wie die Röhre *a* im Boden des obern Gefäßes *B*. *e* und *d* sind kurze Röhrenstücke, die in den untern Behälter führen, von denen *e* horizontal, *d* aber aufwärts gebogen ist; *d* ist durch einen guten Kork, *e* durch einen Hahn zu schließen; *f* ist ein Glasrohr, in kurze Röhrenansätze *gg* eingekittet, wodurch der innere Wasserstand beobachtet werden kann. Der Durchmesser des Cylinders kann 9 bis 12 Zoll betragen, bei einer Höhe von 1 bis $1^1/_2$ Fuß. Um dies Gasometer mit Wasser zu füllen, schließt man *d* mit dem Kork und öffnet alle Hähne; dann füllt man *B* mit Wasser; das Wasser fließt dann durch *a* und *b* und verdrängt die Luft, die aus *e*, sowie auch aus *b* (hier in Blasen) entweicht. Man füllt so lange nach, bis Wasser bei *e* ausfließt; dann schließt man hier und wartet bis auch bei *b* keine Blasen mehr erscheinen; schließt man nun alle Hähne und öffnet *d*, so kann hier kein Wasser ausfließen, weil kein Luftdruck stattfindet. Um das Gasometer mit Gas zu füllen, führt man das Entwickelungsrohr durch *d* in den untern Cylinder *A*; das Gas sammelt sich unter dem obern Deckel von *A* und verdrängt das Wasser, das bei *d* ausfließt, weshalb man auch das Gasometer mittelst eines Brettes über einem Eimer oder Kübel so aufstellt, daß das Wasser in diesen einfließt; die Röhre *f* giebt dann die Menge des entwickelten Gases an. Will man nun Gas etwa in eine Glockenflasche leiten, so setzt man sie mit Wasser gefüllt über die Oeffnung der Röhre *b* in dem gefüllten Gefäße *B*, öffnet den Hahn, sowie den der Röhre *a*; das Wasser fließt dann in *A* und verdrängt das Gas, das nun durch *b* in der Flasche sich sammelt. Setzt man eine fein durchbohrte Röhre auf *e*, woran eine Schraube eingeschnitten ist, und öffnet den Hahn von *a* und den bei *e*, so strömt ein feiner Gasstrom heraus, den man in eine Spiritusflamme leiten und so die beim Sauerstoff angegebene hohe Hitze hervorbringen kann; hat man einen Kautschukschlauch, so bindet man ihn bei *e* an und befestigt in das andere Ende ein Löthrohr, das man so an einen beliebigen Ort leiten kann. Ist der Druck nicht stark genug, strömt das Gas also nicht comprimirt genug heraus, so setze man in die obere Oeffnung der Röhre *a* einen Blechtrichter ein mit hoher Trichterröhre, den man mit Wasser gefüllt erhält.

Zweiter Theil.

Chemie der Metalle.

Zweiter Theil.

Chemie der Metalle.

I. Das Kalium, Kalium, K.

Das Kaliummetall, das wir schon im Frühern (beim O und beim H) kennen gelernt haben, liegt den Kaliumverbindungen zu Grunde. Es ist leichter als Wasser, vom specifischen Gewichte 0,86. Unter 0° ist es ziemlich spröde, bei gewöhnlicher Temperatur weich, schneidbar und knetbar. 520

Wird etwas K in einem Reagenzrohre, mit Steinöl übergossen, in warmes Wasser getaucht, so schmilzt es (bei 55° C.) zu einer Masse, die dem Quecksilber gleicht; es kann mit Steinöl destillirt werden. In Gefäßen, die frei von O sind, bis zum Rothglühen erhitzt, verwandelt es sich in ein grünes Gas. K durchläuft also alle drei Aggregatzustände. 521

Wird ein Stückchen K mit dem Messer durchschnitten, so zeigt die frische Schnittfläche fast Silberglanz, die aber fast augenblicklich bleigrau anläuft, endlich weiß wird von gebildetem KO. K oxydirt sich äußerst rasch in O enthaltenden Gasgemengen. 522

Ein Stückchen K wird an der Luft erhitzt; es entzündet sich und verbrennt mit violetter Farbe. Wird ein Stückchen auf Wasser oder Eis geworfen, so entzündet es sich und fährt als violett brennende glänzende Kugel umher; zuletzt zerplatzt das übriggebliebene Kügelchen. Das K zersetzt nämlich das Wasser, H wird entwickelt; das Umherfahren der Kugel verursacht der auch unter derselben sich entwickelnde und sie hebende H. Die große Affinität des K zum O des Wassers entzündet das H, das nun mit von gasförmigem K violett gefärbter Flamme brennt; zuletzt bleibt nur eine kleine glühende Kugel von KO, die beim Aufhören der Gasentwickelung aufs Wasser fällt und vom plötzlich sich entwickelnden Wasserdampfe zersprengt wird. Legt man ein Stückchen K auf nasses rothes Lackmuspapier, so entzündet es sich ebenfalls und hinterläßt auf dem Papiere blaue Linien, gebildet durch das entstandene KO. 523

524 Das K gehört zu den Körpern, welche die größte Affinität zum O zeigen, weshalb es auch häufig gebraucht wird, um anderen Körpern den O zu entziehen, z. B. der BO_3, der SiO_3 (s. Nr. 264 und 266). Aus diesem Grunde wird es unter von O freiem, gereinigten Steinöl aufbewahrt; dennoch bildet sich durch Zersetzung des Oels um die Kaliumkügelchen ein gelbbrauner Ueberzug, von dem man es durch Schmelzen unter Steinöl befreien kann.

525 K findet sich vermöge seiner sehr großen Affinität zum O in der Natur niemals frei. Es wurde von Davy zuerst aus dem KO dargestellt mittelst einer sehr kräftigen galvanischen Batterie, indem er angefeuchtetes Aetzkali auf einem Platinbleche mit dem positiven Pol verband und das KO mit einem Platindrahte berührte, der mit dem negativen Pol verbunden war; um den Platindraht bildeten sich glänzende Kügelchen von K.

Leichter geschieht die Zersetzung, wenn man Quecksilber in einem Platinschälchen, verbunden mit dem + Pol, mit concentrirter Kalilösung übergießt und in diese den Platindraht vom — Pol eintaucht; das Hg wird teigartig vom aufgenommenen K, das durch Destillation vom Hg geschieden wird. Später stellte man das K durch Zersetzung des Aetzkalis mittelst Eisen in der Weißglühhitze dar in einem mit Eisendraht gefüllten Flintenlaufe; Aetzkali an dem einen Ende verwandelte sich in Dämpfe, die über dem weißglühenden Drahte strichen und ihren O daran abgaben; das reducirte K wurde am andern Ende des Flintenlaufes in einer Vorlage mit Steinöl condensirt. Jetzt wird alles K in den chemischen Fabriken in eigenen Oefen dargestellt, aus einem innigen Gemenge von kohlensaurem KO und Kohle, durch Glühen von rohem Weinstein gewonnen (zweifach weinsteinsaures KO, das in gelben oder rothen Krusten in den Weinfässern sich absetzt; die kohlenstoffreiche Weinsteinsäure wird durchs Glühen zersetzt, es bildet sich CO_2, die zum KO geht, und fein zertheilte Kohle). Die Destillation geschieht aus schmiedeeisernen Flaschen (Quecksilberlegel), die der Weißglühhitze ausgesetzt werden; das dampfförmige K wird condensirt und tropft in eine Vorlage mit Steinöl. Meist wird das gewonnene K noch umdestillirt, und, um es von Unreinlichkeiten zu befreien unter erwärmtem Steinöl durch Leinwand gepreßt.

Verbindungen mit O.

a. Das Kaliumsuperoxyd, KO_3.

526 Wird K in überschüssigem trockenen O verbrannt, so entsteht KO_3 als fester, gelber Körper.

b. Das Kaliumoxyd, Kali, KO.

527 Es entsteht, wenn K in trocknem O in gerade hinreichender Menge verbrannt wird, als grauweiße Masse, die in der Rothglühhitze schmilzt; bildet mit wenig Wasser unter Erglühen das Kalihydrat.

Das Kalihydrat, Kaliumoxydhydrat, Aetzkali, KO, HO, wird

aus dem kohlensauren KO durch Aetzkalk dargestellt, der demselben die CO_2 entzieht und zu CaO, CO_2 wird.

In einem Topfe wird gebrannter Kalk, Aetzkalk, in kleinen Stücken mit soviel Wasser übergossen, daß es mehrere Zoll hoch den Kalk bedeckt; derselbe verwandelt sich in zarten Kalkbrei. Das kohlensaure Kali wird in 10 bis 12 Theilen Wasser gelöst, zum Sieden gebracht (am Besten in blankem Kessel von Gußeisen), und nach und nach der Kalkbrei eingetragen, indem man umrührt, und dann einige Minuten kochen läßt. Von Zeit zu Zeit filtrirt man etwas von der Lösung vom gebildeten CaO, CO_2 durch ein Filter im kleinen Trichter in ein Probirglas ab, und setzt einen Tropfen verdünnte Schwefelsäure zu; entsteht kein Brausen mehr, so ist das Kalihydrat gebildet, man läßt noch etwas kochen, deckt mit gut schließendem Deckel und läßt erkalten und den Kalk sich absetzen. Mit dem Heber zieht man dann die Lauge ab, oder gießt vorsichtig ab, am besten in Flaschen, die man verstöpselt. Der Bodensatz wird nochmals mit siedendem Wasser ausgezogen. Man nimmt ebenso viel Kalk, als kohlensaures Kali, und prüft nach dem Eintragen von $^3/_4$ des Kalks.

Nach einigen Stunden gießt man die Lauge aus den Flaschen vom Bodensatz ab in Flaschen mit eingeriebenem Stöpsel, indem man Hals und Stöpsel sorgfältig abtrocknet oder mit wenig Talg einreibt; ohne diese Vorsicht greift die Lauge die mattgeschliffene Wand des Halses und des Stöpsels an, und der Stöpsel geht nicht mehr aus der Flasche, die dann verdorben ist. Ein Theil der Lauge wird in einem blanken oder polirten Schälchen von Gußeisen abgedampft; man erhält eine weiße, trockne Salzmasse, die 1 At. HO zurückhält; Eisen muß angewandt werden, weil die Lauge Glas- oder Porzellangefäße stark angreift und sich mit den Bestandtheilen des Glases, besonders SiO_3, verunreinigt. Erhitzt man weiter bis zum Dunkelrothglühen, so schmilzt das KO, HO wie Oel, das man, ausgegossen auf einen Stein oder eine Kupferplatte, als harte, krystallinische Masse erhält, die man, in Stücken zerschlagen, rasch in Gläser mit eingeriebenem Stöpsel bringt. Durch das Schmelzen in Eisengefäßen färbt sich das KO, HO durch Eisenoxydul braun; deshalb schmilzt man es in chemischen Fabriken und Apotheken in silbernen Schalen und gießt in stählernen Formen zu Stangen aus. Das 1 At. HO hält das Hydrat auch im starken Glühen zurück, verflüchtigt sich aber dann in alkalisch riechenden Dämpfen.

Obgleich der CaO eine viel schwächere Basis ist, als KO, so entzieht er 528
doch dieser die CO_2, weil der CaO, CO_2 unlöslich ist; eine schwächere Base kann oft der stärkeren die Säure entziehen, wenn sie mit derselben ein unlösliches Salz bildet. Wie sehr die Gegenwart des Wassers aber nöthig ist, zeigt die Erscheinung, daß mit 4 HO der Aetzkalk dem KO die CO_2 nicht entzieht; eine sehr concentrirte Aetzlauge, mit CaO, CO_2 gekocht, entzieht diesem sogar die CO_2.

Giebt man in starke erwärmte Aetzlauge Haare, Thierwolle, Hornsplitter, 529
so werden diese rasch zerstört und aufgelöst; ebenso graues (Woll-) Papier;

versucht man, sie durch Papier zu filtriren, so löst sie rasch das Filter auf. — Wollenzeuge, mit Aetzlauge gekocht, lösen sich ganz; beigemengte Baumwolle bleibt ungelöst.

530 Kocht man etwas Talg oder Fett mit Aetzlauge, so entsteht Seife, indem KO, HO Fett auflöst, woher auch die Erscheinung, daß die Finger, mit schwacher Lauge befeuchtet, schlüpfrig sich anfühlen; sie löst theilweise die Oberfläche der Epidermis, wird daher von den Aerzten zum Ausätzen von Wunden gebraucht; daher der Name. Schwache Lauge entzieht vielen Körpern das Fett, z. B. den Haaren; durch Lauge werden die Pferdehaare zum Ueberzuge von Stuhlsitzen 2c. entfettet. Ueberhaupt ist die Lauge das kräftigste Reinigungs- und Entfettungsmittel, und gründet sich die Schmutz entfernende Wirkung der Seife, namentlich der Schmierseifen, besonders auf einen Gehalt derselben an Aetzkali.

531 Zu technischen Zwecken, namentlich zur Seifenfabrikation und zum Büken von Leinenzeugen, bereitet man sich die Lauge aus Pottasche (wesentlich KO, CO_2). Die Pottasche wird in Holzbottichen in Wasser gelöst, dann heißer Kalkbrei zugesetzt und einige Zeit unter Umrühren stehen gelassen, worauf man die Lauge abläßt.

532 Träufelt man Lauge in eine Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd (Höllenstein), so entsteht ein braunschwarzer Niederschlag von Silberoxyd, AgO; ebenso erzeugt Aetzlauge in gelöstem schwefel- oder salpetersaurem Kupferoxyd einen blauen Niederschlag von Kupferoxydhydrat. Das KO, eine der stärksten Basen, bemächtigt sich der Säure und macht die Oxyde fallen. Auf diese Art scheidet man häufig die Oxyde aus ihren Salzen.

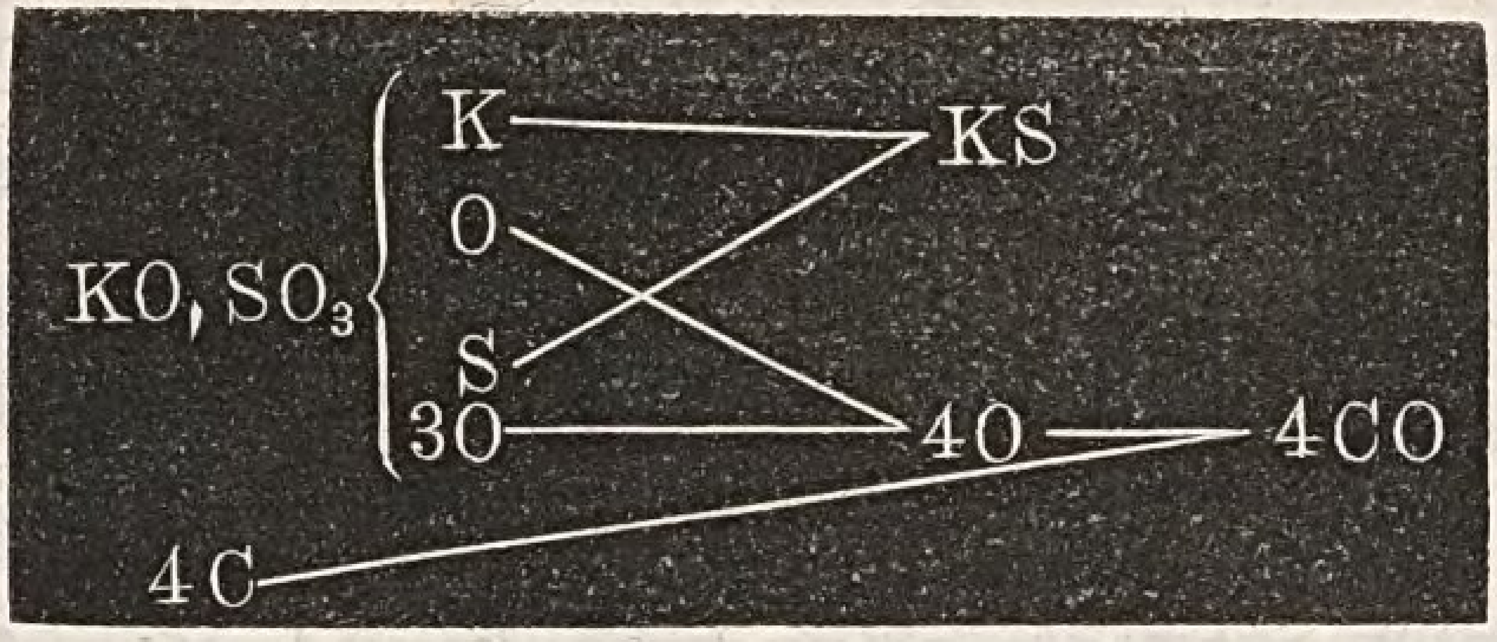
533 KO, HO hat große Verwandtschaft zur CO_2 und zum Wasser; läßt man daher ein Stück an freier Luft liegen, so zerfließt es bald und braust mit Säuren. Dies Verhalten zwingt zu sorgfältigem Verschließen der KO, HO enthaltenden Gläser.

534 Nahm man zur Bereitung des KO, HO nicht gut gereinigtes KO, CO_2, so ist es unrein. Um es zu reinigen, bringt man es in kleinen Stücken in eine Flasche, füllt mit Alkohol und erwärmt gelinde unter Umschütteln; beim ruhigen Stehenlassen, wobei man die Flasche schließt, scheidet sich schwefelsaures KO und Chlorkalium als Krystallpulver aus; darüber steht eine Schicht kohlensauren Kalis mit Wasser, dem Alkohol entzogen; die obere Schicht ist KO, HO in wasserfreiem Alkohol. Diese wird mit dem Heber abgenommen, $^2/_3$ des Alkohols abdestillirt, der Rückstand abgedunstet und geschmolzen.

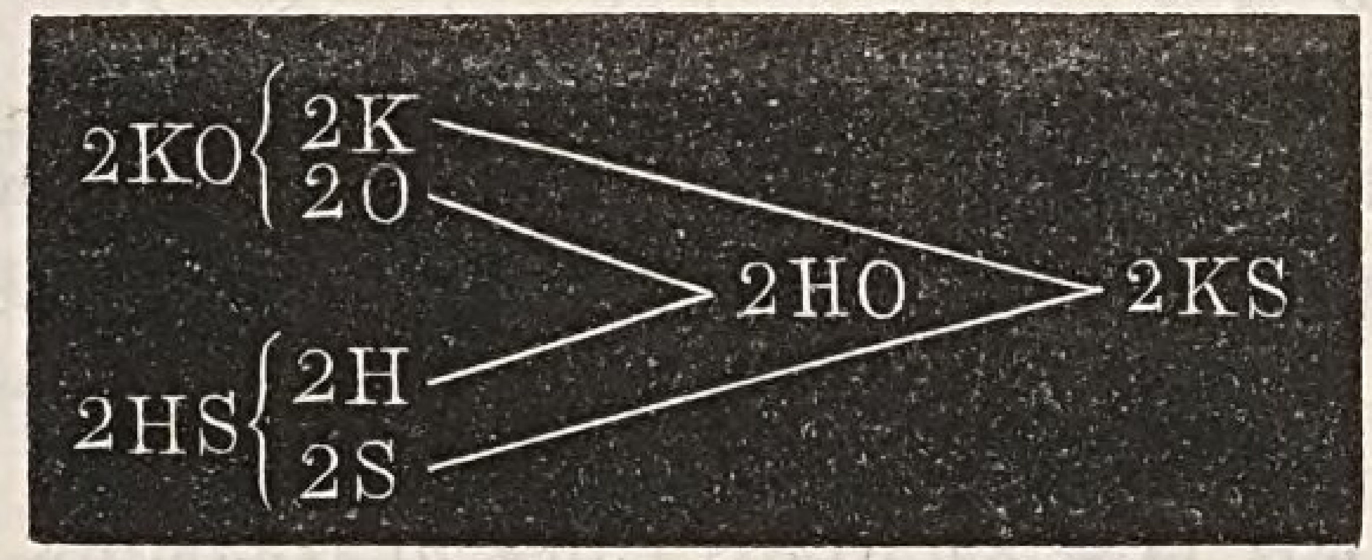
Verbindungen mit S.

Einfach-Schwefelkalium, KS.

Im bedeckten Tiegel werden 3 Thle. KO, SO_3 mit einem Theil feinen 535
Kohlenpulvers innig gemengt im Ofen geglüht; es entweicht CO nach folgendem Schema:

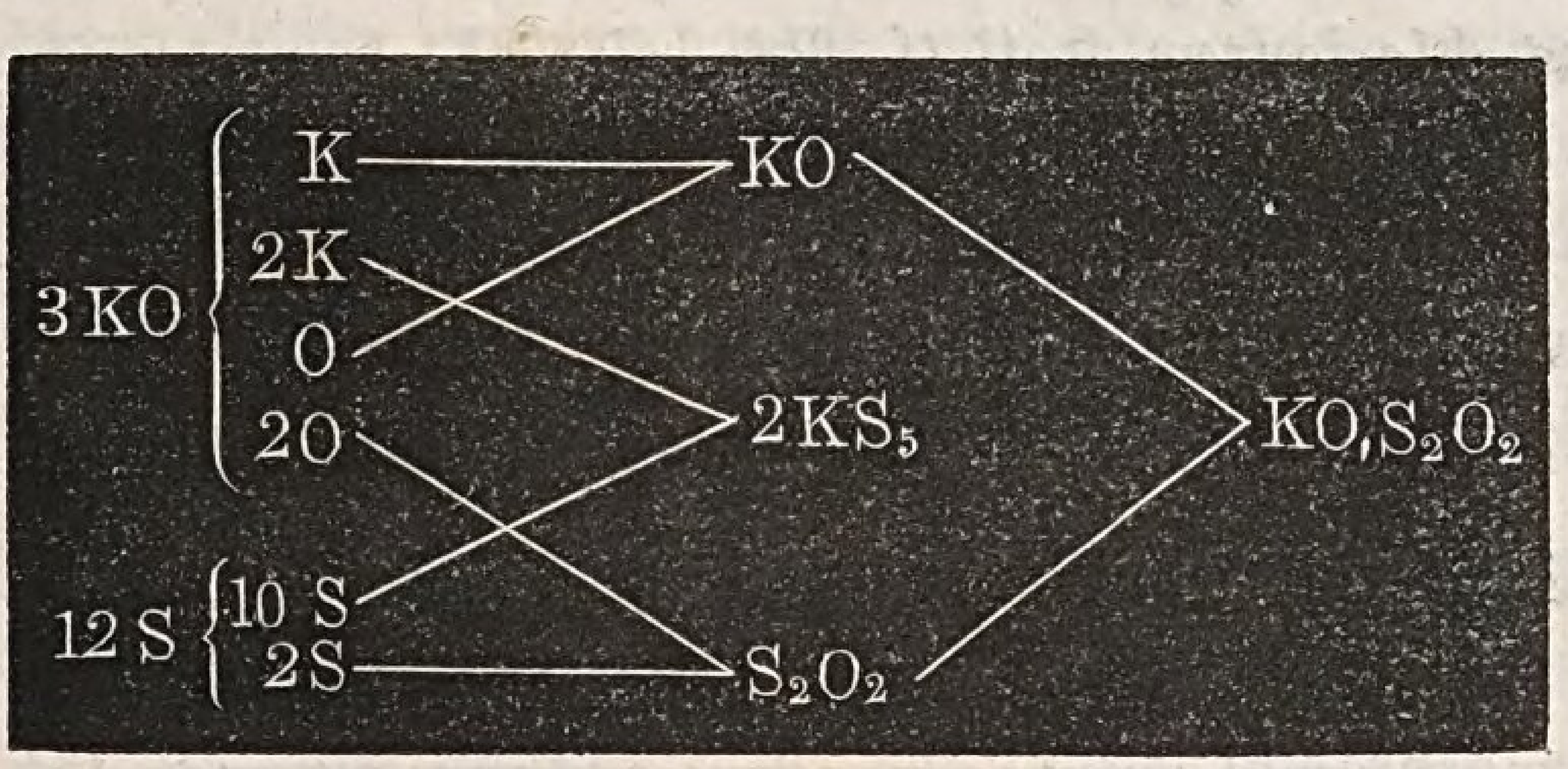


Das Einfach-Schwefelkalium stellt eine rothe faserige Masse dar. Wird auch erhalten, wenn man in die eine Hälfte einer Lösung von KO bis zur Sättigung HS leitet, dann die andere Hälfte zusetzt und verdampft.



Fünffach-Schwefelkalium, KS_5.

In einem gußeisernen Schälchen oder in einem Blechlöffel, mit Blechstrei- 536
fen gedeckt, wird über der Spirituslampe ein Gemenge von gleichen Theilen KO, CO_2 und S erhitzt; beim Schmelzen des S beginnt die Verbindung, indem sich CO_2 entwickelt. Wenn die Masse ruhig fließt, gießt man sie aus; die erstarrte leberbraune Masse, von ihrer Farbe Schwefelleber genannt, wird in Stücke gebrochen, und in gut verschlossenen Gläsern aufbewahrt. Sie ist eine Mischung von Fünffach-Schwefelkalium und unterschwefligsaurem Kali, $2KS_5 + KO, S_2O_2$; wird zu stark erhitzt, so enthält die Mischung auch schwefligsaures Kali.



Es entsteht auch, mit unterschwefligsaurem Kali gemengt, durch Kochen von Aetzlauge mit S, als dunkelgelbe Flüssigkeit (s. Nr. 94). Es wird in der Medicin gebraucht, besonders gegen Hautkrankheiten, zur Bereitung der sogenannten Schwefelbäder.

Außer diesen zwei Verbindungen bestehen noch Schwefelverbindungen mit 2, 3, 4 Atomen Schwefel, KS_2, KS_3, KS_4, die man alle durch Zusammenschmelzen des Einfach-Schwefelkaliums mit den entsprechenden Schwefelmengen erhalten kann.

537 Träufelt man in eine Lösung von KS, gewöhnlich etwas gelb gefärbt, eine Säure, so entwickelt sich HS, die Lösung trübt sich gar nicht oder kaum. In einer Lösung von KS_5, dunkelgelb, bringt die Säure unter Entwickelung von HS einen Niederschlag von S hervor (s. Nr. 94), Schwefelmilch. KS sowohl als KS_5 zerfließen in freier Luft, indem sie nach HS riechen; es bildet sich endlich schwefelsaures Kali, die Lösung des ersteren ohne S abzusetzen, die andere unter Absatz von S; diese Veränderung bewirkt die CO_2 der Luft.

538 Wird ein inniges Gemenge von 2 Theilen schwefelsauren Kalis mit 1 Theil Kienruß in einem kleinen bedeckten Tiegel, oder in einer unten geschlossenen Röhre von etwas schwer schmelzbarem Glase, die mit einem Stöpsel lose verschlossen ist, geglüht, und man schüttet nach dem Erkalten den Inhalt aus, so entzündet er sich von selbst; das kleinste Stäubchen brennt mit Funkensprühen; es ist KS in feiner Zertheilung entstanden, indem die Kohlentheilchen ein Zusammenschmelzen verhinderten. Solche Körper nennt man Pyrophore, Feuerträger.

539 Wird Kalilauge mit HS gesättigt, dann abgedampft, so erhält man Krystalle von wasserstoffschwefligem Schwefelkalium, Kaliumsulfhydrat, KS + HS, worin das Schwefelkalium mit dem Wasserstoffsulfid sich zu einem Salze verbunden hat.

Verbindungen mit den Halogenen.

Chlorkalium, KCl.

540 Wird eine Lösung von KO, CO_2 mit HCl neutralisirt (CO_2 entweicht) und zur Krystallisation abgedampft, so erhält man KCl in farblosen, durchsichtigen Würfeln, die salzig schmecken. Erhalten als Rückstand bei der Bereitung des O aus chlorsaurem Kali (s. Nr. 16). Es kommt auch im Meerwasser vor, daher es sich in der Asche der Seegewächse (Varec-Soda), des Tang 2c. findet, woraus man es in Frankreich viel gewinnt; macht oft 30 Procent der Varec-Soda aus. Man gewinnt es auch als Nebenproduct bei der Reinigung der rohen Pottasche; bei der Darstellung des chlorsauren Kalis.

541 Wird 1 Thl. fein gepulvertes KCl in 4 Thln. HO gelöst, so fällt ein hineingestelltes Thermometer um mehr als 10^0 C.; deshalb wird es wohl zu Kältemischungen gebraucht.

Jodkalium, KJ.

542 Man suspendire J in Wasser (rühre um, damit das J nicht zu Boden sinke) und leite HS hinein, wodurch HJ entsteht (s. Nr. 487), verjage den

Ueberschuß von HS durch Kochen, neutralisire durch KO, CO_2. Oder man löse J in concentrirter Kalilauge, bis sie sich gelblich färbt, wobei sich etwas jodsaures Kali niederschlägt; dann wird zur Trockne eingedampft und der Rückstand geglüht, um das gelöste jodsaure Kali zu zersetzen. Umkrystallisirt erhält man es wasserleer in meist undurchsichtigen, oft etwas gelblich gefärbten Würfeln.

Giebt man in die Lösung Chlorwasser oder rothe Salpetersäure, und dann etwas Stärkekleister, so wird dieser blau gefärbt von frei werdendem J. Entwickelt mit $Mn O_2$ und SO_3, HO violette Dämpfe von J (s. Nr. 180). 543

Man löse Quecksilberoxyd, Hg O, in H Cl und gieße die Lösung in Jodkaliumlösung; es entsteht ein prächtig scharlachrother Niederschlag, Jodquecksilber, Quecksilberjodid, Hg J. Wird in eine Lösung von salpetersaurem Bleioxyd (s. Nr. 288) KJ in Lösung geträufelt, so entsteht ein schön gelber Niederschlag von Jodblei. Auf ähnliche Art wird KJ häufig zur Darstellung von Jodmetallen gebraucht. 544

Es wird in der Medicin gebraucht und zur Photographie.

Bromkalium, KBr.

Die Bereitung s. Nr. 163. Krystallisirt in farblosen Würfeln. Entwickelt, mit $Mn O_2$ und SO_3, HO erhitzt, Dämpfe von Brom. 545

Cyankalium, KCy.

Entwässertes Blutlaugensalz (8 Thle.) wird innig mit reinem, trocknem KO, CO_2 (3 Thle.) gemengt und im bedeckten hessischen Tiegel, oder besser Eisentiegel geschmolzen. Wenn die Masse schwach roth glüht und eine Probe weiß erscheint, wird der Tiegel herausgenommen und, wenn keine Gasentwickelung mehr stattfindet, vom gebildeten und ausgeschiedenen Kohleneisen die Masse auf einen Stein ausgegossen, zerschlagen und in eine gut schließende Flasche gebracht; es ist gemengt mit cyansaurem Kali (s. Nr. 444). Es wird reiner erhalten durch Schmelzen trocknen Blutlaugensalzes im eisernen Topf oder Tiegel, so lange sich noch N entwickelt; es ist rein, wenn eine Probe mit dem Stiel einer irdenen Pfeife gezogen, weiß erscheint; dann wird vom schwarzen Bodensatz, Kohleneisen, abgegossen. Der Rückstand im Tiegel giebt noch Krystalle von K Cy, wenn er mit Weingeist gekocht wird; die Krystalle werden rasch zwischen Fließpapier gepreßt und getrocknet. Aus einer Lösung in Wasser krystallisirt es wasserfrei in farblosen Würfeln. 546

Es ist sehr giftig, schmeckt nach Bittermandeln, riecht, besonders wenn es feucht ist, nach Blausäure. Die CO_2 der Luft verwandelt es nach und nach in KO, CO_2. Die kochende Lösung riecht nach Ammoniak. 547

Wird in das schmelzende Salz Mennige gebracht, so wird diese zu Blei reducirt, wogegen durch den O der Mennige cyansaures Kali entstanden ist; auf diese Art reducirt das K Cy noch viele Metalloxyde (s. Nr. 444). 548

Das Cyankalium wird zur galvanischen Vergoldung und Versilberung gebraucht.

Rhodankalium, Schwefelcyankalium, $K + C_2NS_2$.

549 Die Bereitung ist in Nr. 514 und 515 angegeben. Es krystallisirt in klaren Krystallen von kühlend-salzigem Geschmack.

Sauerstoffsalze.

a. Kohlensaures Kali, KO, CO_2.

550 Trocknes Holz, Stroh wird möglichst vollständig zu Asche verbrannt, diese auf einem Filter mit heißem Wasser übergossen. Die durchgelaufene, laugenhaft schmeckende Flüssigkeit wird eingedampft. Es bleibt eine graue Salzmasse, die geglüht weiß wird. Dies ist rohe, käufliche Pottasche, der Hauptsache nach KO, CO_2. Auf dem Filter bleibt eine schwärzliche Masse, bestehend aus unlöslichen Salzen, unverbrannten Kohlenstückchen ꝛc. Die Pflanzen nehmen viele Salze aus dem Erdboden auf, wie weinsteinsaures, oxalsaures, schwefelsaures Kali, Chlorkalium ꝛc. Die Asche ist der unverbrennliche Rückstand des Holzes und enthält nicht mehr Salze mit organischen Säuren, diese sind in kohlensaure Salze verwandelt. Die saftreichsten Pflanzen liefern die meiste Asche, Kräuter und Zweige von Bäumen besonders viel; erstere oft 30 Procent, letztere 10 bis 24 Procent an löslichen Salzen liefernd. Die löslichen Bestandtheile der Pottasche sind Salze von Kali, Natron, Kalk ꝛc., verbunden mit CO_2, PO_5, SO_2, SiO_3, Cl. Die unlöslichen bestehen aus Kalk, Bittererde, Kieselerde ꝛc.

551 Wie hier im Kleinen, gewinnt man auch die Pottasche im Großen, namentlich in holzreichen Gegenden, in Nordamerika, Rußland, wo das Holz nicht gut anders verwerthet werden kann. Man verbrennt das Holz zu Asche und laugt diese mit Asche von Feuerstätten in großen Holzbottichen erst mit kaltem, dann mit warmem Wasser aus, die verdünnte Lauge auf neue Asche gießend, bis sie zum Verdampfen concentrirt genug ist. Dies geschieht in Eisenkesseln; man erhält eine braun gefärbte Masse, die im Ofen calcinirt wird, wonach sie eine weiße oder bläulich-weiße Masse darstellt.

552 Aus der rohen Pottasche kann auf folgende Weise eine gereinigte bereitet werden: Man löst 1 Thl. Pottasche in 2 Thln. kochenden Wassers, filtrirt, dampft ein bis zur Krystallisation und läßt stehen; der größte Theil des KO, SO_3 krystallisirt heraus. Man gießt ab; dampft wieder ein, bis keine Krystalle mehr sich zeigen; dann wird wieder abgegossen und eingedampft, bis die Lösung trübe wird. Nach dem Erkalten erhält man das KO, CO_2 in weichen Blättchen, während Chlorkalium und kieselsaures Kali gelöst bleiben; die Krystalle von KO, CO_2 dampft man in der Porzellanschale zum körnigen Pulver ab; Umkrystallisiren liefert ein noch reineres Product. Man kann auch so reinigen, daß man mit gleichen Theilen kalten Regenwassers übergießt, unter Umrühren stehen läßt, dann vom Bodensatz (besonders Kieselerde) abgießt, auf die

Hälfte eindampft und zur Krystallisation hinstellt (KO, SO_3); die abgegossene Lauge wird abgedampft zur Trockne.

Reines KO, CO_2 erhält man, wenn man 2 Thle. gereinigten Weinstein 553
(Cremor tartari, saures weinsteinsaures Kali) genau mit 1 Thl. gut gereinigten Salpeter mengt und das Gemenge portionenweise auf einem gelinde glühenden Eisenblech oder einer Pfanne abbrennt. Die Weinsteinsäure, bestehend aus C, O, H, zersetzt sich mit der Salpetersäure des Salpeters vollständig, wobei namentlich CO_2 entsteht und Kohle. Der schwarze Rückstand wird mit Wasser ausgezogen, filtrirt und abgedampft. Nimmt man beim Verpuffen 3 Thle. Weinstein und 1 Thl. Salpeter, so erhält man ein schwarzes Salz, schwarzen Fluß; gleiche Theile beider Salze geben den weißen Fluß. Auch durch Verkohlen des Weinsteins für sich in einem Thontiegel, den man inwendig mit einem Teig von Stärke und Gummi ausgestrichen hat, kann KO, CO_2 erhalten werden; man glüht, so lange noch Gase sich entwickeln, übergießt dann mit Wasser, erwärmt etwas, filtrirt, läßt stehen, gießt vom Bodensatz ab, dampft zur Trockne ein.

Stellt man KO, CO_2, Pottasche, an freier Luft hin, so wird es feucht 554
und zerfließt endlich in feuchter Atmosphäre; es ist hygroskopisch. Vermöge dieser Eigenschaft kann es zum Entwässern des Weingeistes gebraucht werden, dessen Wasser es aufnimmt.

Es schmeckt laugenhaft, scharf alkalisch. Eine Auflösung von Pottasche 555
reagirt alkalisch, da die CO_2 eine zu schwache Säure ist, um vollkommen neutralisiren zu können; mit stärkeren Säuren braust sie, indem CO_2 entweicht, und ein Salz entsteht mit der zugesetzten Säure; mit Schwefelsäure entsteht KO, SO_3, mit Essig entsteht essigsaures Kali. Das KO, CO_2 krystallisirt aus concentrirten Auflösungen mit 2 Atomen Wasser.

Zu einer siedenden Auflösung von schwefelsaurem Zinkoxyd wird eine Lö- 556
sung von KO, CO_2 geträufelt; es entsteht ein weißer Niederschlag, eine Mengung von kohlensaurem Zinkoxyd und Zinkoxydhydrat; in Bleizuckerlösung fällt ein weißer Niederschlag von kohlensaurem Bleioxyd, in Kupfervitriollösung ein blauer Niederschlag von kohlensaurem Kupferoxyd nieder. Auf ähnliche Weise wird das KO, CO_2 häufig zu Fällungen gebraucht und lassen die Niederschläge oft durch ihre Farbe auf das Metall schließen.

KO, CO_2 fällt fast alle Basen, meist als kohlensaure Verbindungen, auch als Oxyde.

Die Pottasche wird in der Seifensiederei, zur Glasfabrikation, zum Wa- 557
schen und Büken des Zeuges rc. gebraucht. Auch in der Medicin.

Ihre vielfache Anwendung macht es wünschenswerth, sie auf Güte und 558
Reinheit leicht prüfen zu können. Dies lehrt die Alkalimetrie, die in ihrer einfachsten Methode sich darauf gründet, daß eine mit fremden Salzen, z. B. mit schwefelsaurem Kali, stark verfälschte Pottasche zur Sättigung mit einer

Säure deren weniger bedarf, als eine Pottasche, die viel KO, CO_2 enthält. Man weiß, daß 100 Thle. reines wasserleeres KO von 104 Thln. concentrirter Schwefelsäure neutralisirt werden; man löst 100 Gr. Pottasche auf, verdünnt 104 Gr. concentrirte Schwefelsäure mit so viel Wasser (10 bis 12 Thln.), daß ein in 100 gleiche Maaßtheile (oder Grade) getheilter Cylinder (Alkalimeter) gerade damit gefüllt wird; von dieser Probesäure wird so lange in die Pottaschenlösung gegossen, zuletzt tropfenweise, bis die Prüfung mit rothem und blauem Lackmuspapier die Neutralisation anzeigt; die Menge der gebrauchten Probesäure giebt dann die Menge des in der Pottasche enthaltenen reinen KO, CO_2 in Gewichtsprocenten an. Man kann auch die Pottaschenlösung durch Lackmustinctur blau färben und dann von der Säure unter Umrühren so lange zusetzen, bis die Lösung weinroth sich färbt.

b. Zweifach oder doppelt kohlensaures Kali, $KO, 2\,CO_2 + HO$.

559 Es wird erhalten, wenn man KO, CO_2 in Lösung hinstellt, wo viele CO_2 sich entwickelt, wie in den Gährungsräumen der Bierbrauereien ꝛc. Auch durch Hineinleiten von CO_2 in die Lösung von KO, CO_2. Es krystallisirt in farblosen Krystallen, in geraden rhombischen Säulen. Das zweite Atom CO_2 kann leicht durch Erhitzen, auch durch lange fortgesetztes Kochen verjagt werden. Wird in der Medicin gebraucht.

c. Schwefelsaures Kali, KO, SO_3.

560 Wird eine Lösung von KO, CO_2 mit SO_3, HO neutralisirt und abgedampft, so erhält man KO, SO_3 in harten, farblosen, durchsichtigen Krystallen von bitterlichem Geschmack. Wird als Nebenproduct erhalten bei der Reinigung der Pottasche, aus Salzsoolen, aus dem Varec und Kelp.

d. Doppelt schwefelsaures Kali, $KO, 2\,SO_3 + HO$.

561 Es bleibt als Rückstand von der Bereitung der Salpetersäure (s. Nr. 278). Wird erhalten durch Zusammenschmelzen von 13 Thln. KO, SO_3 mit 8 Thln. SO_3, HO in der Porzellanschale.

e. Salpetersaures Kali, Salpeter, KO, NO_5.

562 Der Salpeter wird leicht erhalten durch Neutralisation des KO, CO_2 mit Salpetersäure; aus der abgedampften Lösung schießt das Salz in spießigen, säulenförmigen, farblosen und durchsichtigen Krystallen an, die kühlend schmecken. Der Salpeter schmilzt leicht und giebt in der Glühhitze O ab, und es bleibt KO, NO_3. Der Salpeter des Handels wird auf verschiedene Weise gewonnen. In Höhlen, besonders auf Ceylon, findet sich die obere Steinschicht salpeterhaltig, das Salz wittert aus; ebenso in vielen Gegenden Ostindiens, Persiens ꝛc.; man sammelt diese obere Erd- und Steinschicht, laugt aus, läßt krystallisiren und gewinnt braunen Salpeter. In Ungarn sammelt man von manchen Plätzen, besonders in der Nähe von Dörfern, die obere Erdkruste, wo

KO, NO_5 auswittert, laugt aus und zersetzt den salpetersauren Kalk, Hauptbestandtheil dieser Auswitterungen, durch Aschenlauge; ebenso liefert die Erde in Abtrittsräumen, Schlächtereien, die Böden der Viehställe, salpeterhaltige Erde. Künstlich stellt man KO, NO_5 in den sogenannten Salpeterplantagen dar. Auf hartem Lehmboden unter Dach werden von kalkhaltiger Erde, Fleischabfällen u. dergl. pyramidenförmige Haufen aufgesetzt, so daß eine Seite, dem herrschenden Winde zugekehrt, eine fast senkrechte Wand bildet, und begießt sie von Zeit zu Zeit mit Harn, Mistjauche &c. Durch Verdunstung setzen sich hier die salpetersauren Salze ab, und wenn die Erde salpeterhaltig genug ist, wird sie abgestochen, ausgelaugt und der Rückstand wieder auf die schiefe Seite gegeben.

Die Bildung der salpetersauren Salze wird besonders durch faulende, 563
stickstoffreiche Thierstoffe bedingt, sie entwickeln Ammoniak, der durch die Gegenwart starker Basen, als Kali oder Kalk, disponirt wird, sich mit dem O der Luft zu Salpetersäure und Wasser zu vereinigen. Kreide wird über faulendem Blut in einigen Monaten zu salpetersaurem Kalk, ebenso entsteht in erwärmter, mit Ammoniak gesättigter Luft, worin mit Kalilauge befeuchtete Kreide liegt, viel KO, NO_5.

Die reichlich salpetersaure Salze enthaltende Erde wird in Bottichen mit 564
Siebboden ausgelaugt; diese stehen in drei Reihen über einander, so daß die schwache Lauge aus der höchsten Reihe auf die Erde in der zweiten Reihe, diese auf die Erde der dritten Reihe abgezapft wird, bis die Lauge siedewürdig ist. Sie enthält salpetersauren Kalk, Salpeter, Kochsalz, Chlorcalcium &c. Der salpetersaure Kalk wird durch Zusatz von kohlensaurem oder von schwefelsaurem Kali zersetzt, worauf sich kohlensaurer oder schwefelsaurer Kalk absetzt. Die klare, aber braune Lösung wird nun im kupfernen Abdampfkessel abgedampft; in demselben hängt in der Mitte an einer Kette ein kleines Kesselchen, worin erdige Theile, welche die von den erhitzten Wänden aufsteigende Flüssigkeit mit in die Höhe führt, im Sinken in der Mitte sich absetzen. Das auf dem Boden sich ablagernde Kochsalz und Chlorkalium wird herausgeholt und die hinlänglich concentrirte Salpeterlauge in Krystallisationsbehälter abgezapft, aus der der Rohsalpeter anschießt; die Mutterlauge, noch viel Salpeter, Chlorkalium, Kochsalz enthaltend, wird zu neuer Lauge gegeben. Das herausgeholte Kochsalz und Chlorkalium, das noch viel Salpeter enthält, wird in Körben in siedendes Wasser eingehängt, das nach Auflösung des Inhalts mehrerer Körbe mit Kochsalz und Chlorkalium gesättigt ist, aber noch Salpeter aufzunehmen vermag, weshalb es den Salpeter aus dem Inhalt der folgenden Körbe löst, Kochsalz und Chlorkalium ungelöst zurücklassend (s. Nr. 54). Diese Lösung wird der Salpeterlauge beim Versieden zugesetzt. Der Salpeter, besonders noch Kochsalz enthaltend, wird gelöst in so viel Wasser, daß wohl aller Salpeter, nicht aber alles Kochsalz sich löst, mit Leim geklärt, abgeschäumt, dann zum Krystallisiren gebracht, wo er in großen Krystallen anschießt, die aber Mutterlauge und in dieser $NaCl$ und KCl enthalten, daher man meist durch gestörte

Krystallisation nur ganz kleine Krystalle erzeugt, Salpetermehl. Dies läßt man in Bottichen mit Siebboden abtropfen, übergießt dann mit Wasser, welches die Mutterlauge entfernt, und trocknet.

Aus Natronsalpeter, Chilisalpeter, bereitet man auch Salpeter, indem man der siedenden Lösung Chlorkalium zusetzt, wodurch sich Kochsalz bildet.

565 Daß der Salpeter vermöge der Zersetzung der Salpetersäure auf glühenden Kohlen eine lebhafte Verbrennung bewirkt, haben wir bei der Salpetersäure gesehen. Wird zu schmelzendem Salpeter, etwa in einem Blechlöffel, fein gepulverte Kohle geworfen, so entsteht eine lebhafte Verbrennung und es entweichen N und CO_2, und es entsteht KO, CO_2, weshalb der Rückstand mit Säuren braust.

Wird ein Gemenge von KO, NO_5 und S in einen glühenden Tiegel getragen, so erfolgt eine glänzende Verbrennung und es resultirt schwefelsaures Kali. Im Blechlöffel wird eine Mischung von 2 Thln. Eisenpulver und 1 Thl. Salpeter erhitzt, das Gemenge geräth ins Glühen und das Eisen wird $Fe_2 O_3$, N entweicht. Alle diese Versuche beweisen, daß der Salpeter, indem er O abgiebt, ein sehr kräftiges Oxydationsmittel ist.

566 Der Salpeter hat auch die Eigenschaft, der Fäulniß thierischer Körper entgegenzuwirken; man setzt deshalb Salpeter dem Kochsalz zu beim Einpökeln des Fleisches, das Fleisch bleibt roth durch den Salpeter.

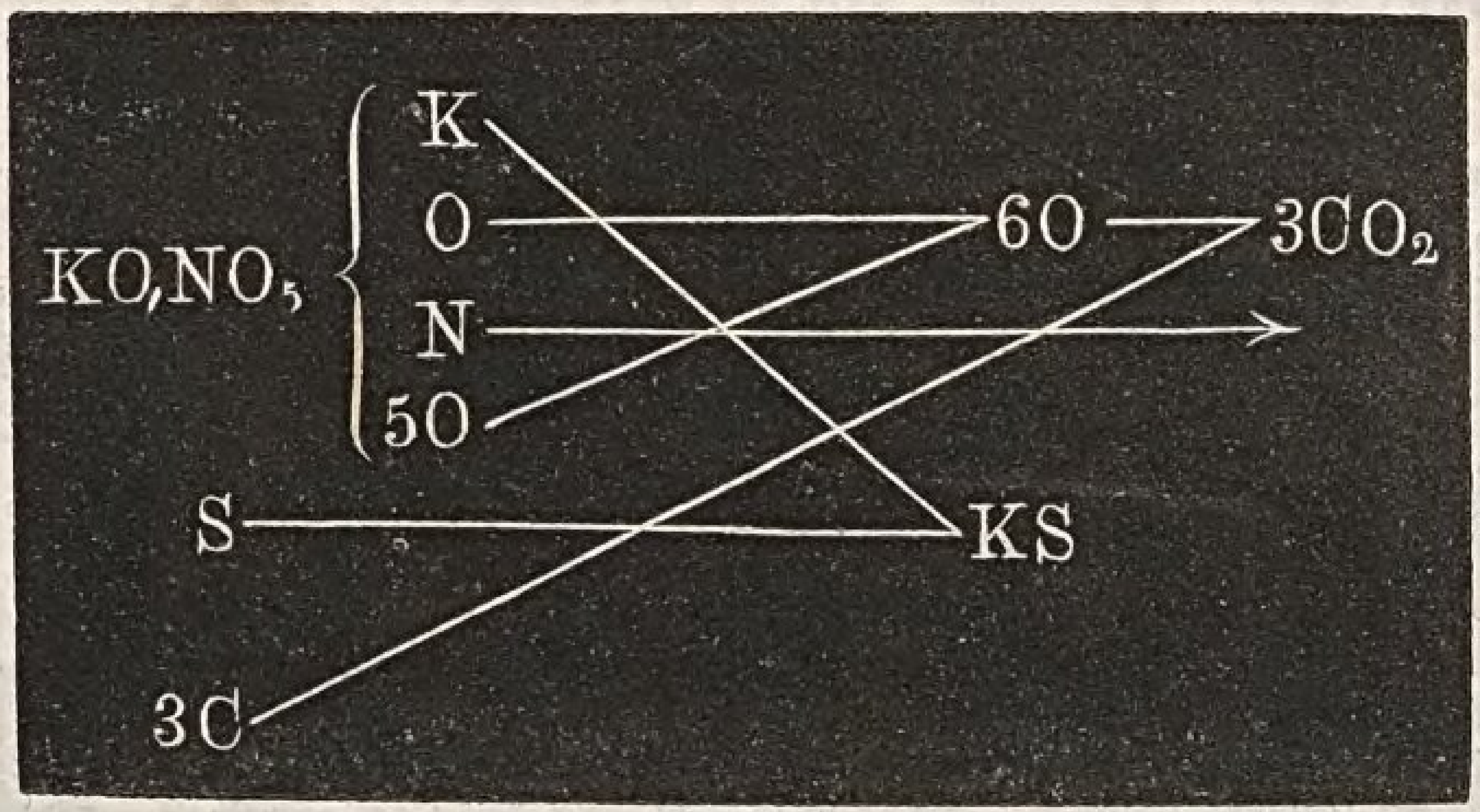
567 In eine Wallnußschale wird ein inniges Gemenge von 3 Thln. Salpeter, 1 Thl. Schwefel und 1 Thl. trockner Sägespähne gedrückt und eine kleine Silber- oder Kupfermünze eingesteckt. Angezündet brennt das Gemenge so heftig und rasch ab, daß die Münze zusammenschmilzt, indem leicht schmelzbares Schwefelsilber oder Schwefelkupfer entsteht; die Nußschale bleibt unversehrt.

568 In eine Holzbüchse wird ein Gemenge von 48 Thln. Salpeter, 13 Thln. Schwefel und 8 Thln. Schwefelantimon (oder $24\,KO, NO_5$, 7 S, 2 Schwefelarsenik) eingedrückt und mit einem Stückchen brennenden Feuerschwamms entzündet; es brennt mit blendend weißer Flamme.

569 Ein Theil vollkommen trocknes KO, CO_2, 3 Thle. KO, NO_5 und 1 Thl. Schwefelblumen werden gut gemischt und davon etwa zwei Messerspitzen voll auf ein Eisenblech gelegt, das auf dem eisernen Stativ ruht, und eine Flamme untergesetzt. Die Masse wird anfangen zu schmelzen und dann auf einmal mit betäubendem Knall explodiren. Es bildet sich aus dem S und dem KO Schwefelkalium, das sich durch den O des Salpeters zu KO, SO_3 oxydirt und N entbindet, der nun an allen Punkten des schmelzenden Gemisches zugleich sich entwickelt und so den Knall verursacht. Bei diesem Versuche entferne man sich etwas, theils des betäubenden Knalles wegen, theils weil geschmolzene und glühende Theile des Gemisches umhergeschleudert werden.

570 76 Thle. Salpeter, 15 Thle. fein gepulverte Holzkohle und 9 Thle. Schwefel werden innig gemengt, etwas davon hingelegt und mit einem glühenden Körper

berührt; es entsteht eine glänzende Verbrennung. Es werden hier theils luftförmige, CO_2, N, theils feste Körper, KS, gebildet, nach folgendem Schema:



Diese Mischung ist die gewöhnliche der Bestandtheile des Schießpulvers. CO_2 und N nehmen nach der Verbrennung einen vielmal größeren Raum ein, üben also einen bedeutenden Druck aus auf die Wände eines Raumes, worin sie eingeschlossen; ist eine Wand beweglich, wie die Flintenkugel im Gewehr, so wird diese mit Gewalt fortbewegt und fortgetrieben. Der Druck ist aber ein allseitiger, daher das Stoßen der Gewehre und das Zurückweichen der Kanonen. Der Rückstand von der obigen Verbrennung, KS, entwickelt bald durch Einwirkung der Feuchtigkeit und der Kohlensäure der Luft den Geruch nach HS; das im Gewehre nach dem Abschießen zurückbleibende KS zieht bald Feuchtigkeit an, und bewirkt so das Rosten der Gewehrläufe.

Knetet man Schießpulver mit wenig Wasser, bis sich ein steifer Teig bil- 571
det, formt daraus einen kleinen Kegel, läßt ihn etwas abtrocknen und entzündet ihn an der Spitze mit einem glühenden Körper, so brennt er langsam mit Sprühen ab; ein Häufchen Pulver, das ja gekörnt ist, brennt viel rascher ab, alle Körner brennen fast gleichzeitig, durch das lose Aufeinanderliegen der Körner herbeigeführt; da nun eine rasche Verbrennung im Gewehre erforderlich ist, so wird alles Schießpulver gekörnt.

Zur Pulverfabrikation wird nur gereinigter Salpeter, Salpetermehl, ge- 572
braucht. Als Kohle wendet man nur die aus lockeren, leichten Hölzern (Faulbaum, Spindelbaum) in gußeisernen Cylindern gewonnene an (s. Nr. 201). Schwefel wird als Stangenschwefel angewandt.

Die abgewogenen Bestandtheile werden nach dem älteren Verfahren in Stampfmühlen (Fig. 61 a. f. S.) verarbeitet, worin große, schwere Holzbalken mit Bronzeschuh *a a*, durch die Daumen *c, c, c* ... einer durch Wasserkraft rotirenden Welle *A A* gehoben, zuerst die Kohle, mit Wasser befeuchtet, in Stampflöchern, welche Fig. 63 zeigt, zermalmen; dann wird der Salpeter und der Schwefel eingetragen und, mit Wasser befeuchtet, 12 bis 14 Stunden lang gestampft, indem der Satz von Zeit zu Zeit in ein anderes Stampfloch gebracht wird. Der fertige Satz wird auf Siebe von dichtem Leder oder Pergament geschafft mit verschieden großen Löchern (Fig. 62), durch welche derselbe mittelst einer linsenförmigen Scheibe *t* von hartem Holz, die in den hin- und herbewegten Sieben rund läuft, durchgepreßt wird; die Körner werden durch andere

Siebe vom Staube gereinigt und sortirt, sie werden, sollen sie Kanonen- oder Sprengpulver liefern, nur noch an der Sonne oder in mit Dämpfen geheizten

Fig. 61.

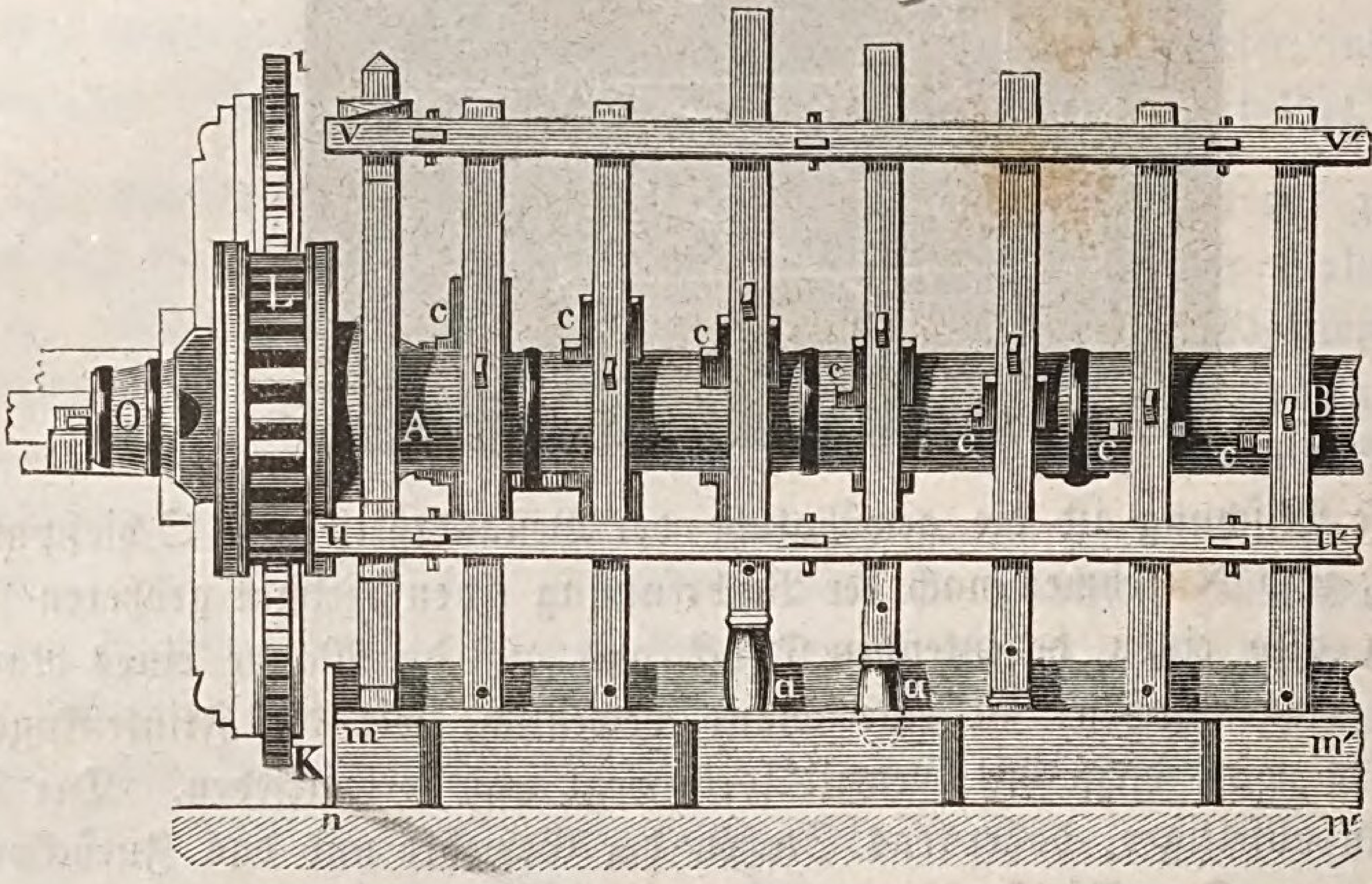


Fig. 62.

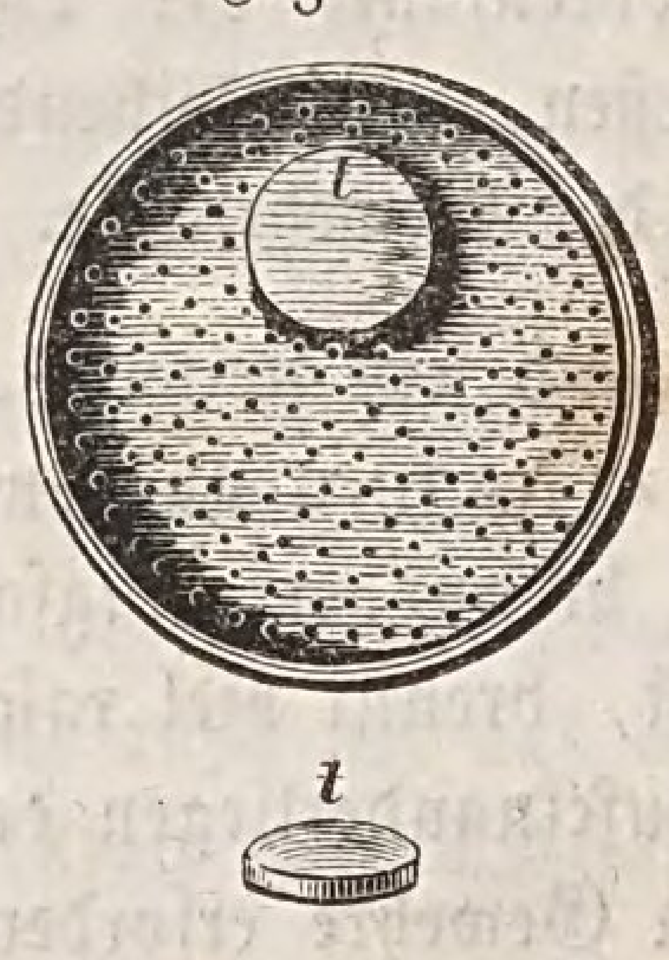


Fig. 64.

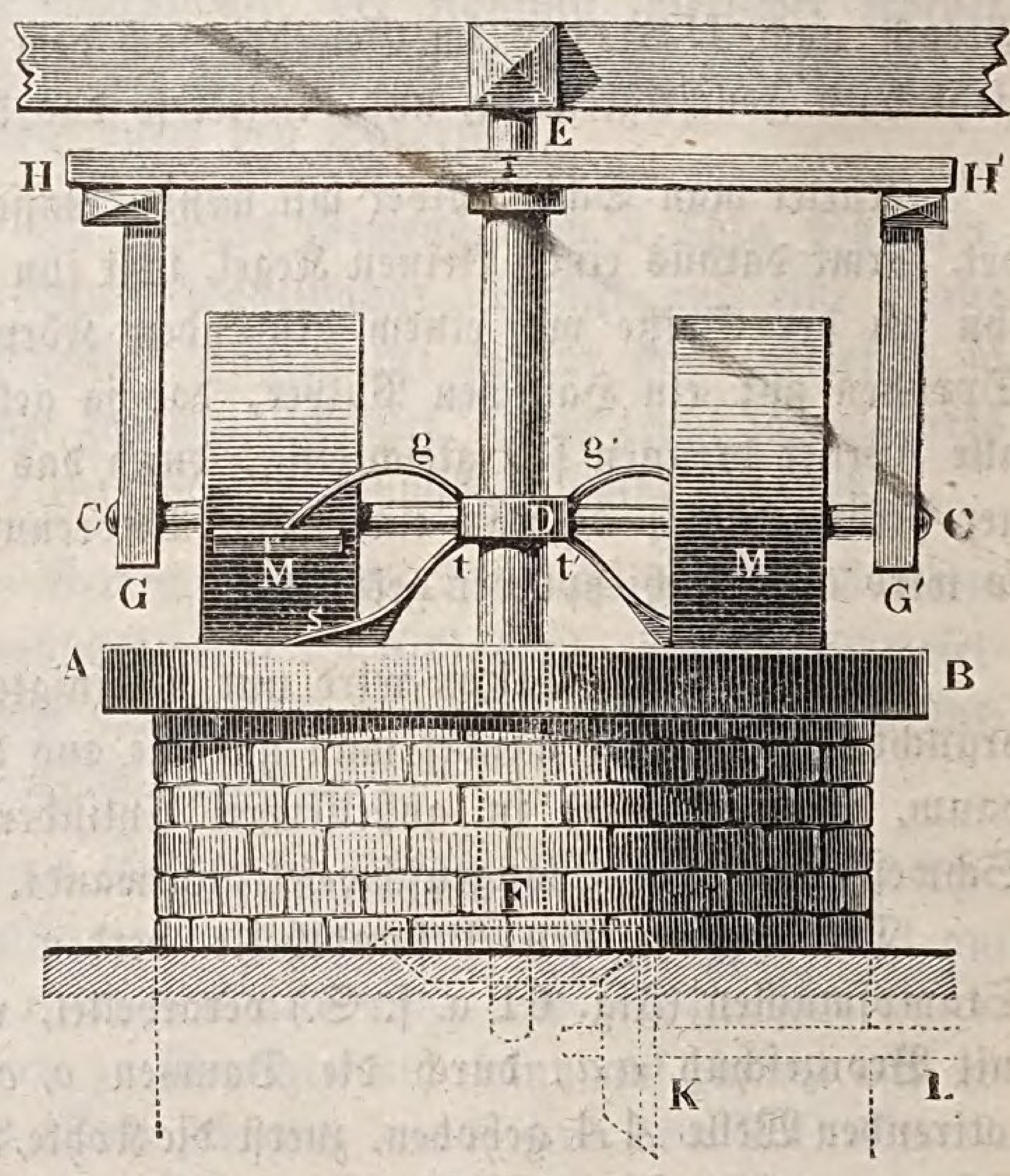
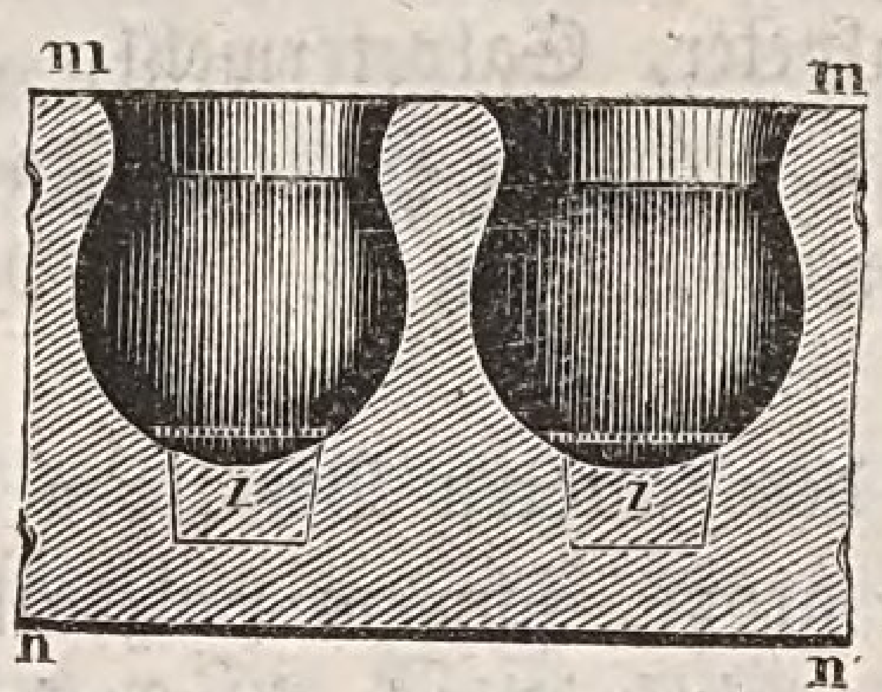


Fig.63.



Kammern getrocknet; sollen sie Jagdpulver liefern, so werden sie noch in einer horizontal sich drehenden, mit Längsleisten versehenen Tonne geglättet.

Für bessere Pulversorten und in größeren Anlagen wendet man ein anderes Verfahren an. Die Materialien werden einzeln in rasch rotirenden Tonnen durch Kugeln von Bronze gepulvert, dann gesiebt und darauf in eben solchen Tonnen gemengt. Die Masse gelangt dann zur Verdichtung unter die auf einer

Marmor- oder Eisenplatte *AB*, Fig. 64, rollenden schweren Stein- oder Eisenläufer *MM* einer Mühle, ganz ähnlich den zum Mahlen und Zerquetschen des Rübsamens eingerichteten Oelmühlen; die Läufer, bis 100 Centner schwer, laufen an horizontaler Axe *CC* um einen Wellbaum *E*, der senkrecht um seine eigene Axe sich dreht; Schaufeln *tt'* folgen den Läufern und schieben die Masse wieder unter die Läufer, während die Schabmesser *rg* die an den Läufern haftende Masse abschaben. Die Läufer üben einen sehr starken Druck auf die immer angefeuchtete Mischung aus. Der so erhaltene Kuchen gelangt zum Körnen auf Pergamentsiebe, die je vier über einander zu 8 bis 12 Siebsätzen in einem Gestell vereinigt sind, das, in Seilen aufgehängt, durch Maschinenkraft in Bewegung gesetzt wird; durch diese Einrichtung geschieht das Körnen (durch den Läufer aus hartem Holze) und das Absieben des Staubes in einer Arbeit. Dann wird das Pulver geschliffen, wodurch dasselbe eine größere Dichtigkeit und geringere Entzündlichkeit erhält. Zu den besten Pulversorten wird das gekörnte Pulver nochmals feucht unter die Läufer gebracht, gemahlen und nochmals gekörnt.

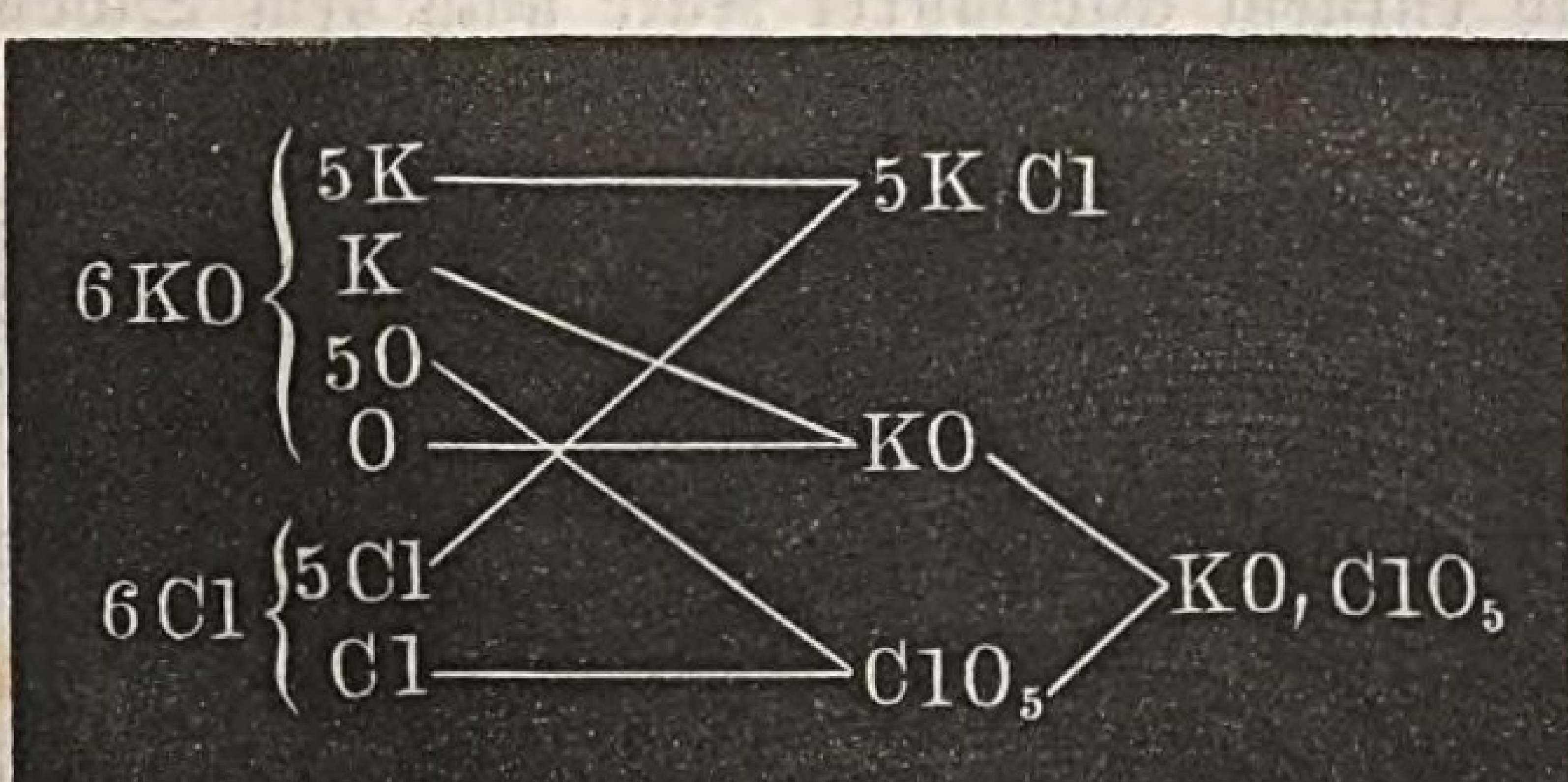
f. Unterchlorigsaures Kali, Chlorkali, KO, ClO.

Man leitet in Kalilauge oder in eine concentrirte Lösung von KO, CO_2 so lange Chlor, bis rothes Lackmuspapier darin gebleicht wird; oder man übergießt Chlorkalk, Bleichkalk, mit kaltem Wasser, läßt damit einige Stunden stehen, gießt das klare Wasser ab und setzt so lange eine Lösung von KO, CO_2 zu, als noch ein Niederschlag von CaO, CO_2 erfolgt, und gießt klar vom Bodensatz ab. Die Lösung riecht stark nach Chlor und unterchloriger Säure. Sie wurde in Javelle bei Paris zuerst dargestellt, daher sie auch Eau de Javelle, Javellische Lauge, heißt. 573

Man befeuchte damit Dinteflecken auf Papier; sie werden weggehen und das Papier erhält keinen Schaden, wenn man die Lauge mit Wasser entfernt; Rost- und Obstflecken werden so auch aus Zeugen entfernt. Früher wurde sie zum Bleichen gebraucht, ist aber jetzt meist durch Chlorkalk ersetzt. 574

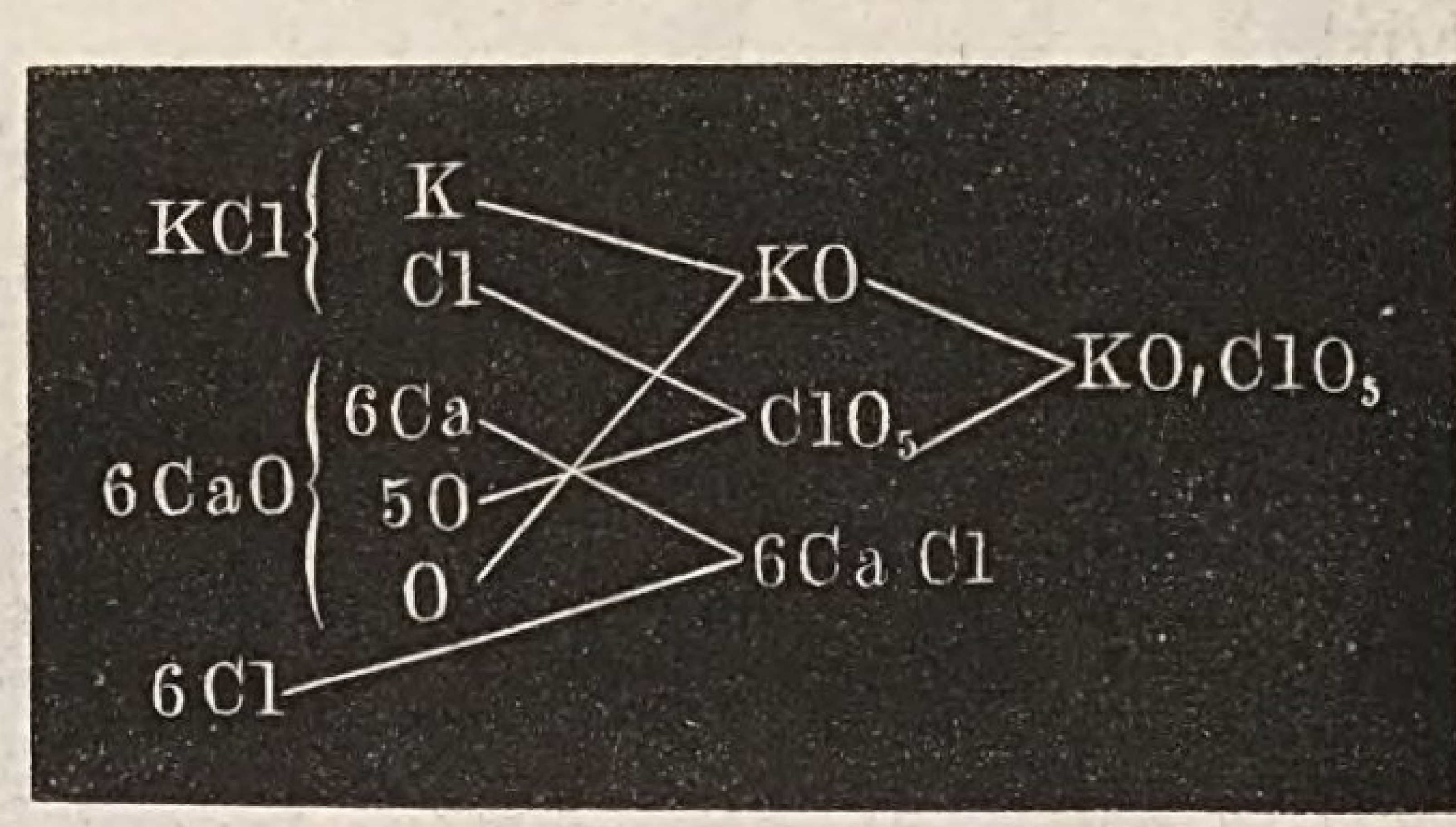
g. Chlorsaures Kali, KO, ClO_5 (s. Nr. 16 und bei den Säuren das Chlor).

In eine concentrirte Lösung von KO, CO_2 oder in Kalilauge leitet man Cl; es entsteht KCl und KO, ClO_5 nach folgendem Schema: 575

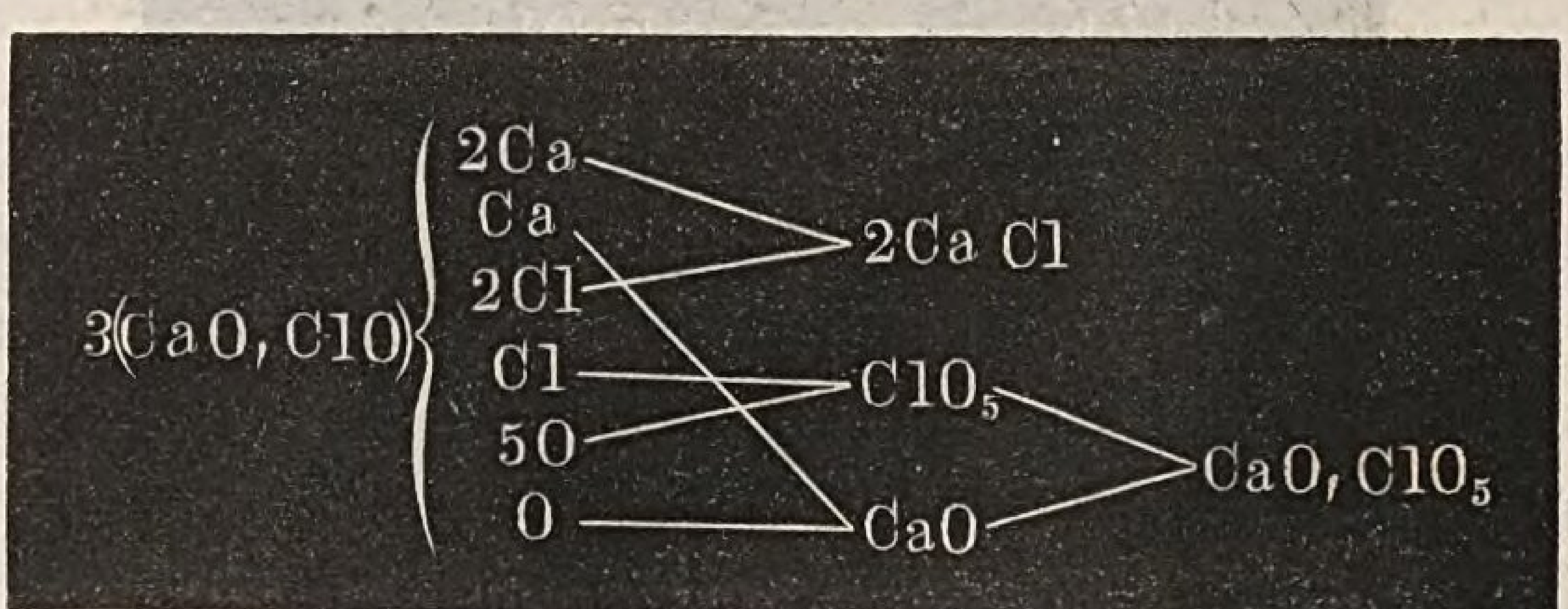


Nimmt man KO, CO_2, so wird die CO_2 ausgetrieben

Die sich bildenden und ausscheidenden Salze verstopfen leicht die Cl zuführende Röhre; um dies zu verhindern, führt man durch den Kork einer weitmündigen Flasche, die die Lösung aufnehmen soll, eine Röhre von 7 bis 8 Linien Durchmesser bis fast auf den Boden und setzt mittelst eines Korkes die Zuleitungsröhre in diese weite Röhre ein; sollte sie sich dann noch verstopfen, so kann man leicht mit einem Glasstabe, durch die weite Röhre eingeführt, die Salzkrusten entfernen; ein zweites Rohr führt das überflüssige Cl ab. Das zuerst krystallisirende Salz ist nur K Cl, dann entsteht KO, ClO_5. Absorbirt die Flüssigkeit kein Cl mehr, so wird das gebildete und ausgeschiedene Salz in dem $2^1/_2$- bis 3fachen Gewichte kochenden Wassers gelöst und kochend heiß filtrirt; beim Abkühlen schießt das Salz an, da es sich in 2 Thln. siedendem, dagegen erst in 16 Thln. kaltem Wasser löst, das Chlorkalium hingegen schon in 3 Thln. kaltem Wasser. Die abgegossene Flüssigkeit enthält nur noch wenig KO, ClO_5, sie wird bis zur Hälfte eingedampft und zum Krystallisiren hingestellt, die Krystalle, wie vorher, in sehr wenig kochendem Wasser gelöst 2c. Vortheilhaft ist es, die Arbeit zu unterbrechen, wenn sich ziemlich viel K Cl gebildet hat und Lackmuspapier gleich gebleicht wird; die helle, über den Krystallen von ausgeschiedenem K Cl stehende Flüssigkeit wird abgegossen (sie enthält meist nur KO, Cl O) und dann weiter der Wirkung des Cl ausgesetzt; man hat dann nicht so viel mit dem K Cl zu schaffen beim Trennen beider Salze. Das gewonnene KO, ClO_5 wird noch durch Umkrystallisiren gereinigt, das K Cl durch Abdampfen gewonnen. Vortheilhafter wird es auch in Fabriken gewonnen, indem man Cl bis zur Sättigung in einen erwärmten Brei von 1 Thl. K Cl und 3 Thln. Aetzkalk leitet, dann die Mischung filtrirt und die Lösung zur Trockne verdampft; der Rückstand, gelöst, liefert KO, ClO_5 nach folgendem Schema:



Dampft man einen wässerigen Auszug aus Chlorkalk zur Trockne ein (im Wasserbade), so entsteht chlorsaurer Kalk nach dem Schema:



Die Lösung wird kochend mit KO, CO_2 gefällt, heiß filtrirt oder auch mit einer Lösung von KCl versetzt.

Das KO, ClO_5 schießt in weißen Krystallblättchen von unangenehm kühlend salzigem Geschmack an. Es ist einer der kräftigst oxydirenden Körper, und explodirt mit brennbaren Körpern heftig, wie wir bei der Chlor- und Unterchlorsäure in vielen Beispielen gesehen haben. 576

Mit Salzsäure erwärmt, entwickelt es Chlor und chlorige Säure; es kann also leicht zur Darstellung einer Bleichflüssigkeit gebraucht werden. Wird eine Lösung von KO, ClO_5 in einer Reagenzröhre mit einigen Tropfen Indiglösung hellblau gefärbt und dann mit einigen Tropfen wässeriger schwefliger Säure versetzt, so verschwindet die blaue Farbe, weil die SO_2 der ClO_5 den O entzieht und Cl frei macht, das nun den Indigo entfärbt. 577

Ehemals wurde viel KO, ClO_5 zur Anfertigung von Zündhölzchen gebraucht (s. Nr. 398), auch zu Zündhütchen, jetzt besonders in der Chemie und Feuerwerkerei. Zu der Anfertigung der folgenden Feuerwerkssätze zerreibe man nie das KO, ClO_5 mit den brennbaren Körpern zusammen, sondern für sich in einer Reibschale mit Weingeist befeuchtet, und läßt dann wieder trocknen; gewöhnlich ist es schon anwendbar in der Form, wie es aus den Lösungen herauskrystallisirt als kleine Krystallschüppchen. Man menge die fertigen Substanzen auf einem Papierbogen mit dem Barte einer Feder oder mit den Fingern ohne Druck. Die Sätze werden immer in Häufchen auf ein Brett oder auf ein Blech gelegt, und mit brennendem Feuerschwamm entzündet. 578

Rothfeuer: 40 Thle. salpetersaurer Strontian (in der Apotheke zu haben), 5 Thle. KO, ClO_5, 13 Thle. S, 2 Thle. Kohle (oder 4 Thle. Schwefelantimon); auch 61 Thle. KO, ClO_5, 16 Thle. S, 23 Thle. Kreide.

Gelbfeuer: 61 Thle. KO, ClO_5, 16 Thle. S, 23 Thle. Soda.

Blaufeuer: 18 Thle. KO, ClO_5, 24 Thle. KO, NO_5, 14 Thle. S und 6 Thle. Kupferoxyd; oder: 27 Thle. KO, NO_5, 28 Thle. KO, ClO_5, 14 Thle. S, 15 Thle. KO, SO_3, 15 Thle. schwefelsaures Kupferoxydammoniak; oder: 60 Thle. KO, ClO_5, 16 Thle. S, 12 Thle. kohlensaures Kupferoxyd, 12 Thle. Alaun.

Grünfeuer: 73 Thle. KO, ClO_5, 17 Thle. S, 10 Thle. BO_3; oder: 60 Thle. salpetersaurer Baryt, 22 Thle. S und 18 Thle. KO, ClO_5.

Weißfeuer: 24 Thle. KO, NO_5, 7 Thle. S, 3 Thle. Realgar (Schwefelarsenik); oder: 8 Thle. KO, NO_5, 2 Thle. Kohle, 2 Thle. Schwefelantimon; oder: 64 Thle. KO, NO_5, 21 Thle. S und 15 Thle. Schießpulver.

h. Ueberchlorsaures Kali, KO, ClO_7.

Die Bereitung desselben ist schon bei der Ueberchlorsäure vorgekommen (s. Nr. 391). Es wird jetzt wohl statt des KO, ClO_5 zu Feuerwerkssätzen gebraucht, indem es keine Selbstentzündung bedingt und mit mehr Glanz abbrennt. 579

i. Jodsaures Kali, KO, JO_5 (s. Nr. 401).

580 Man kocht in einem Kolben 80 Thle. J, 75 Thle. KO, ClO_5, 400 Thle. Wasser und 1 Thl. Salpetersäure, bis sich reichlich Chlor entwickelt und das Jod verschwunden ist. Das Salz scheidet sich in kleinen glänzenden Krystallen aus.

k. Cyansaures Kali, KO, CyO.

581 Die Bereitung siehe Nr. 444. Es krystallisirt in dünnen, durchsichtigen Blättchen, die kühlend wie Salpeter schmecken. Es ist in Wasser leicht löslich, zersetzt sich aber bald, nach Ammoniak riechend.

l. Kieselsaures Kali (s. Kieselsäure).

582 1 Thl. feiner, reiner Quarzsand oder gepulverter Quarz wird (am besten im Porzellantiegel) mit 3 Thln. KO, CO_2 im Ofen zusammengeschmolzen. Man erhält eine durchsichtige, farblose oder wenig gefärbte Glasmasse, basisch kieselsaures Kali; diese wird gepulvert und mit Wasser (längere Zeit) gekocht; sie löst sich und bildet dann die sogenannte Kieselfeuchtigkeit. Sie färbt rothes Lackmuspapier blau, wird von jeder Säure, auch von der CO_2 der Luft, zersetzt, indem sich eine Gallerte von SiO_3 absetzt.

583 15 Thle. Quarzpulver oder feiner Sand werden mit 10 Thln. gereinigter Pottasche und 1 Thl. Kohle im Thontiegel zusammengeschmolzen bei einer 5 Stunden dauernden Hitze; man erhält ein blasiges, schwarzes Glas, Wasserglas genannt, das man zerkleinert und etwa zwei Wochen lang der Einwirkung der Luft aussetzt, worauf die fremden Salze der Pottasche auswittern; dann wird mit kaltem Wasser abgewaschen und in kleinen Portionen in 5 bis 6 Thln. kochenden Wassers getragen unter beständigem Umrühren, bis eine syrupdicke Flüssigkeit entstanden ist, die alkalisch schmeckt und reagirt; in größerer Verdünnung wird die Flüssigkeit durch die CO_2 der Luft zersetzt. Man überstreiche ein Papier, ein Stück Holz oder Zeug mit der Masse mehrmals; das Glas trocknet zu einem glänzenden, durchscheinenden Firniß, der auch durch die CO_2 der Luft nicht mehr verändert wird. Versucht man, den überstrichenen Gegenstand anzuzünden, so verbrennt er nicht, verkohlt höchstens. Diese Eigenschaft hat man benutzt, um Gegenstände von Holz, Papier rc. vor dem Anbrennen zu schützen, z. B. Tapeten, Theater- und Zimmerdecorationen, die dadurch unvermögend werden, die Entzündung fortzupflanzen. Man setzt der Gallerte eine feuerfeste Körperfarbe zu, z. B. Kreide, farbige Erden, Bleiglätte, besonders zum Ueberziehen von Zeugen. Man gebraucht das Wasserglas mit großem Erfolge als Ueberzug auf Mauern, die feucht sind, indem es mit dem Mörtel und dem Stein einen steinartigen, festen Ueberzug bildet, welcher der Einwirkung der Luft und der Feuchtigkeit vollständig widersteht; so hat man Gebäude, deren Baustein durch Einwirkung der Luft zerfiel, Statuen und andere Gegenstände geschützt und erhalten. Die Anwendung des Wasserglases hat sich so verbreitet, daß man es jetzt fabrikmäßig darstellt und in Form von Gallerte verkauft. Es besteht aus 70 Thln. SiO_3 und 30 Thln. KO.

Man setze zum Wasserglase Schwefelsäure oder irgend eine stärkere Säure; 584
es fällt ein flockiger Niederschlag zu Boden, $Si O_3$. Das jetzt leicht zu erlangende Wasserglas ist daher eine Quelle von $Si O_3$ geworden. Die wässerige Lösung wird sogar von Salzen gefällt.

Kieselsaures Kali, erhalten durch Zusammenschmelzen von KO mit so viel 585
$Si O_3$, als es zu lösen vermag, giebt in strenger Weißglühhitze Glas, das in Wasser und Säuren vollkommen unlöslich ist und mit kieselsauren Erden, als Kalk ꝛc. und Metalloxyden, sich verbindet. Da das kieselsaure Natron ein Hauptbestandtheil fast allen Glases ist, so soll das Ausführlichere der Glasfabrikation beim Natron vorkommen.

m. Oxalsaures Kali.

Das zweifach oxalsaure Kali, $KO, 2 C_2 O_3 + 3 HO$, Kleesalz 586
(s. die Oxalsäure), wird aus dem Safte der Stengel und der Blätter des Sauerklees (Oxalis acetosella und corniculata) gemacht; der ausgepreßte Saft wird gekocht, mit Eiweiß geklärt, filtrirt und eingedampft, bis ein Salzhäutchen sich zeigt; nach einigen Tagen schießt eine braune Salzmasse an, die umkrystallisirt weiße Krystalle liefert von saurem, beißendem Geschmack; sie lösen sich in 40 Thln. kalten und 6 Thln. kochenden Wassers. 50 Pfd. Saft geben etwa 8 Loth reines Salz. Direct darzustellen aus 15 Thln. $C_2 O_3$, in 90 Thln. kochendem Wasser gelöst und mit $8^2/_3$ Thln. in wenig Wasser gelöstem KO, CO_2 versetzt. Es wird in der Kattundruckerei gebraucht, zum Vertilgen von Rost- und Dinteflecken aus Wäsche und Papier; auch in der Medicin. Löst man das Sauerkleesalz in verdünnter Salzsäure und läßt krystallisiren, so erhält man das vierfach oxalsaure Kali, $KO, 4 C_2 O_3 + 7 HO$, das man auch in der Kattundruckerei gebraucht.

Die Kalisalze sind meist in Wasser leicht löslich, farblos, verwittern nicht 587
(weil meist ohne Krystallwasser). Wird ein Kalisalz in wenig Wasser gelöst und etwas Platinchlorid zugesetzt (gewonnen durch Lösung des Platins in Königswasser mit Hülfe der Wärme, indem man von Zeit zu Zeit etwas Salpetersäure zusetzt, dann unter Zusatz von etwas $H Cl$ im Wasserbade zur Trockne verdampft und in 10 Thln. Wasser löst), so entsteht ein gelber, krystallinischer Niederschlag von Kaliumplatinchlorid, der sich auf Zusatz von etwas Alkohol noch besser absetzt; alkalische Salze sind vor dem Zusatz von Platinchlorid durch Salzsäure sauer zu machen. Man löse Weinsteinsäure (eine krystallinische Säure, die in den sauren Früchten und im Weinstein sich findet und in der Apotheke zu haben ist) in wenig Wasser und setze davon einer concentrirten Lösung eines Kalisalzes (eines neutralen oder alkalischen) bis zur sauren Reaction zu; es entsteht dann, besonders wenn man stark umschüttelt, ein körniger, krystallinischer Niederschlag von saurem, weinsteinsaurem Kali; in verdünnten Lösungen entsteht der Niederschlag erst nach einiger Zeit, besonders gern an den Stellen, die man mit einem Glasstabe gerieben hat. Träufelt man in die Lösung eines Kalisalzes Kieselfluorwasserstoffsäure (s. diese), so entsteht meist

erst nach einiger Zeit ein Niederschlag von Fluorkieselkalium als durchsichtige Gallerte. Ein Platindraht wird zu einem Oehr gebogen und darin eine Perle eines Kalisalzes in der Löthrohrflamme geschmolzen, indem man den Draht glühend macht, in das gepulverte Salz taucht, und die an dem glühenden Drahte haftenden Salztheilchen schmilzt. Diese Perle, in der inneren Flamme gehalten, färbt die äußere Flamme violett; ebenso entsteht eine violette Flamme, wenn man Alkohol mit dem Salze mischt und entzündet.

II. Das Natrium, Na.

588 Das Natriummetall (s. Nr. 28) ist, wie das K, dem es sehr ähnlich ist, leichter als Wasser, obgleich etwas schwerer als K, vom specif. Gewicht = 0,97. Bei niedriger Temperatur ist es spröde, bei gewöhnlicher weich, schneid- und knetbar wie Wachs. In einem Probirrohre unter Steinöl erhitzt, schmilzt es bei 90° C. und gleicht dann dem Quecksilber; bei Rothglühhitze siedet es und verwandelt sich in Gas; es durchläuft also alle drei Aggregatzustände. An der Luft erhitzt, entzündet es sich und brennt mit gelber Flamme.

589 Auf frischer Schnittfläche zeigt es starken Silberglanz; bald aber verschwindet derselbe und macht einer grauen, endlich weißen Farbe Platz; Na oxydirt sich rasch an der Luft, weshalb es auch unter Steinöl aufzubewahren ist.

590 Auf kaltem Wasser entzündet es sich nicht und treibt auf der Oberfläche als silberglänzende Kugel umher, H entbindend; seine Affinität zum O erreicht also nicht die des K. Die Kugel verschwindet auch, ohne zu zerspringen, worauf das Wasser stark alkalisch reagirt vom gebildeten Natriumoxydhydrat, Natron, Na O. Wird das Umhertreiben der Kugel, wobei sie viel Wärme abgiebt, verhindert, so entzündet sie sich; so, wenn man das Na mit wenig Wasser befeuchtet, oder es auf feuchtes Holz, feuchte Kohle, oder auf eine steife Gummi- oder Stärkelösung legt; aus demselben Grunde entzündet es sich ebenfalls auf 70° C. warmem Wasser. Auf benetztem rothen Lackmuspapier macht es blaue Linien, wie das K.

Wegen seiner großen Affinität wird es auch häufig gebraucht, Körpern O zu entziehen; aus demselben Grunde findet es sich nicht frei in der Natur.

591 Es wurde wie das K zuerst durch die galvanische Säule dargestellt aus dem Natronhydrat, dann auch durch Zersetzung mittelst glühenden Eisens. Jetzt wird es auf dieselbe Art wie K in schmiedeeisernen Retorten aus NaO und Kohle dargestellt.

Verbindungen mit O.

a. Das Natriumsuperoxyd, $Na_2 O_3$ oder $Na O_2$.

592 Es wird dargestellt wie das $K O_3$; ist ein gelber Körper.

b. Das Natriumoxyd, Na O, Natron.

Es wird wie das KO bereitet; ist ein weißer Körper, der sich mit Wasser 593
verbindet zum

Natronhydrat, NaO,HO, Aetznatron.

Es wird aus dem kohlensauren Natron, der Soda, durch Aetzkalk dargestellt ebenso wie das Kalihydrat. Man nimmt 1 Thl. krystallisirte Soda und 8 Thle. Wasser, oder zu trocknem kohlensauren Natron 20 Thle. Wasser.

Wie Kalihydrat abgedampft und geschmolzen, stellt es eine weiße Salzmasse dar, die auch ihr 1 Atom Wasser in der Glühhitze nicht fahren läßt, sondern sich in alkalischen Dämpfen verflüchtigt. An freier Luft zerfließt Na O, HO zu einer syrupdicken Lösung, welche endlich Krystalle von kohlensaurem Natron ausscheidet.

In seinem Verhalten zu organischen Körpern ist es dem KO, HO gleich. 594
Es bildet mit Fetten harte Seifen, und wird zu diesem Zwecke in der Seifensiederei die Natronlauge wie die Kalilauge dargestellt. In der Chemie wird es ebenso wie das Aetzkali gebraucht und ersetzt oft dasselbe.

Verbindungen mit S.

Die Schwefelnatriumverbindungen, analog denen des Kalis, werden ebenso 595
erhalten. Zerfallenes Glaubersalz, schwefelsaures Natron, wird, vor dem Löthrohr mit Kohlenpulver erhitzt, leicht zu Na S.

Verbindungen mit den Halogenen.

Chlornatrium, Na, Cl, Kochsalz.

Wird Soda mit H Cl gesättigt, so entsteht Chlornatrium in kleinen 596
Würfeln. Läßt man Kochsalzlösung an einem warmen Orte verdunsten, so sieht man an der Oberfläche kleine Würfel sich bilden, die, wenn sie größer werden, zu Boden sinken. In größerer Masse der Lösung bilden sich die bekannten hohlen Pyramiden, wie das Kochsalz im Handel vorkommt, die ebenfalls aus kleinen Würfeln, die sich treppenartig ansetzen, entstanden sind. Wird Kochsalz bei der Siedhitze in Wasser gelöst bis zur Sättigung, so scheiden sich beim Erkalten gar keine oder nur sehr wenige Krystalle aus, nicht wie beim Salpeter und anderen Salzen, bei denen aus der heiß gesättigten Lösung beim Erkalten Krystalle sich bildeten. Kochsalz wird in fast gleicher Menge in kaltem, wie in heißem Wasser gelöst; 100 Thle. Wasser lösen bei 14° C. 36 Thle. Kochsalz auf, bei 100° C. nur etwa 40 Thle.; man kann sagen, daß eine gesättigte Kochsalzlösung 27 Proc. ihres Gewichtes Kochsalz enthält. Wird die Lösung fortwährend im starken Sieden erhalten, die Krystallisation also gestört, so fallen ganz kleine Krystalle zu Boden, fast wie Mehl, die das sogenannte Tafelsalz bilden, das in kleinen Broden in den Handel kommt. Wird gesättigte Kochsalzlösung einer Temperatur von etwa — 15° C. ausgesetzt, so erhält man

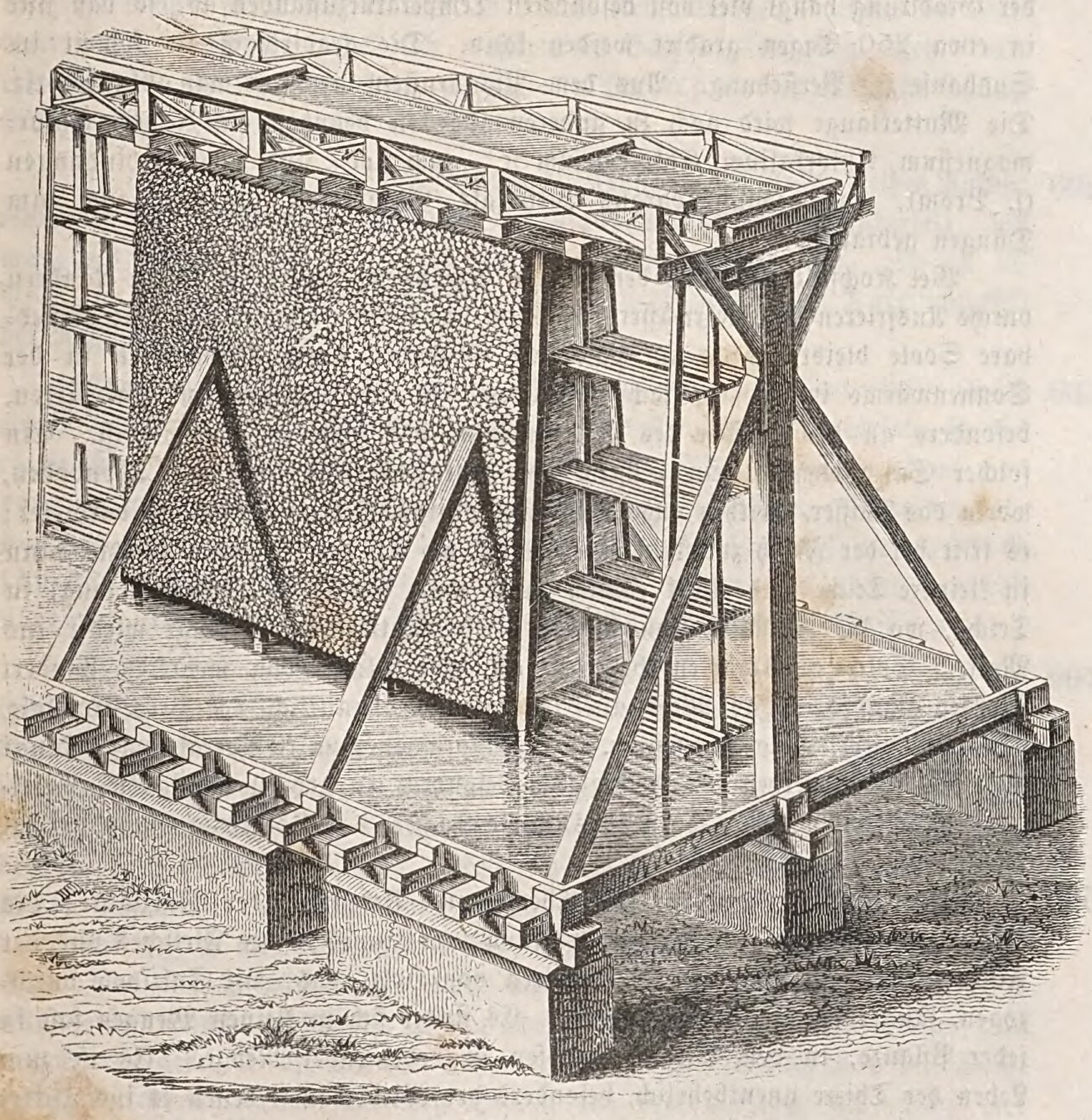
säulenförmige Krystalle, die 4 Atom Wasser enthalten, $NaCl + 4HO$; sobald die Temperatur sich erhöht (indem man die Krystalle auf Löschpapier auf die Hand legt), zerfallen sie und man erhält ein Haufwerk kleiner Würfel; vermeidet man jede Erschütterung, so bleibt ein Skelett von der Form der Krystallsäulen, bestehend aus lauter kleinen Würfeln.

597 Erhitzt man etwas Kochsalz, etwa auf Platinblech, so zerknistert es, indem eingeschlossenes Wasser in Dampf verwandelt wird; bei weiterem Erhitzen schmilzt es, bei noch höheren Wärmegraden verflüchtigt es sich.

598 Das Kochsalz findet sich weit verbreitet auf der Erde, theils gelöst im Meerwasser und in Quellen (die reichhaltigsten werden Salzsoolen genannt), theils in großen Lagern als Felsart, Steinsalz, im Kalk, Thon, Gyps, und wird in dieser Form bergmännisch gewonnen, wie zu Wielitzka in Galizien (wo das Lager 100 Meilen lang und 20 Meilen breit und 1200 Fuß mächtig ist) und zu Cordova in Spanien, zu Liverpool in England, wo es sich wahrscheinlich in den letzten Zeiten der Erdbildung aus Seen und Meeren ablagerte; in Wielitzka kommt es so rein vor, daß es in Blockform gleich in den Handel gebracht wird; weniger reines wird wieder gelöst und krystallisirt. In Afrika und in Asien finden sich ausgedehnte Steppen, deren Boden so mit Kochsalz durchzogen ist, daß es auswittert; auch giebt es noch Salzseen, so am Kaspischen See, die sich durch Verdunstung mit einer Salzdecke überziehen, die von Zeit zu Zeit gesammelt wird. Wo Salzstöcke in Thon und überhaupt so unrein vorkommen, daß man es nicht durch Bergbau gewinnen kann, wie bei Hallein, Wimpfen 2c., bereitet man sich eine künstliche Soole, indem man ein Bohrloch bis in die Mitte des Stocks niedertreibt und Wasser hineinleitet; die sich bildende Lösung, die bald eine gesättigte ist, wird durch Pumpen und Röhren, die in der Mitte des Bohrloches an sehr starken Balken hängen, gefördert; Quellwasser fließt zwischen der Wand des Bohrloches und der Pumpenröhre ein und löst immer mehr Salz, so daß eine weite Höhlung entsteht, in der unten eine gesättigte Lösung ist, worin die Förderungsröhre taucht; da die Lösung schwerer ist, so steigt sie nicht so hoch in der Röhre, als das äußere Wasser steht, muß also durch Pumpen gehoben werden. Das Lösungswasser fließt aus einem Bassin nach. Obgleich die Lösung 27 Proc. Kochsalz enthält, so ist doch eine große Masse Brennmaterial nöthig, um diese Wassermenge zu verdampfen; dies geschieht in den sogenannten Sudhäusern in großen flachen Pfannen aus Eisenblech, unter denen die Flamme einer oder zweier Feuerungen circulirt. Zum raschen Fortschaffen des Dampfes ist über der Pfanne ein dachförmiger Kamin aus Brettern angebracht, Brodenfang, so daß der Luftzug leicht die Dämpfe fortführen kann; das verdampfte Wasser wird durch neue Soole ersetzt. Während des Siedens setzt sich theils Schlamm, der herausgeschafft wird, theils eine feste Kruste, der Pfannenstein, ab, besonders aus Gyps und schwefelsaurem Natron bestehend. Wenn sich eine Salzhaut zeigt, mäßigt man die Temperatur, wo sich dann Kochsalzkrystalle bilden, die, von Zeit zu Zeit zum Abtropfen an den Rand der Pfanne gezogen, in Körbe gepackt und in Trockenstuben getrocknet werden.

Wie hier die Kunst, bildet die Natur ebenfalls Salzquellen; sie sind selten gesättigt und kommen nur der Sättigung mehr oder weniger nahe, wie die Lüneburger Soole, die 25 Proc. Kochsalz enthält, 25löthig ist; andere sind nur 4löthig, die Soole von Halle 14löthig, die von Schönebeck 11löthig. Eine solche Menge Wasser kann nicht bei dem niedrigen Preise des Kochsalzes durch Versieden entfernt werden, wird vielmehr zum Theil durch Verdunsten an der Luft, durch sogenanntes Gradiren in den Gradirwerken, verjagt (Fig. 65).

Fig. 65.



Diese sind lange, ziemlich hohe Wände L, aus Bündeln von Schwarzdorn, zwischen Balken aufgeschichtet; die Balken ruhen auf gemauerten Fundamenten, die Behälter für die gradirte Soole K bilden. Die Balken tragen oben Holzbehälter für die zu gradirende Soole, die den beiden Längsseiten der Dornenwände entlang liegen, und aus denen die Soole durch hölzerne Hähne in je zwei Tröpfelrinnen gelangt, die Ausschnitte haben, woraus tropfenweise die Soole langsam zu beiden Seiten der Dornenwand hinunterfällt und in den

unteren Behältern sich sammelt. Die Dornwände sind oft 40 bis 50 Fuß hoch und 5000 bis 6000 Fuß lang; sie sind dem in der Gegend herrschenden Winde entgegengekehrt, der dann der fein zertheilten Soole viel Wasser entzieht. Nach der Stärke der Soole wird das Gradiren mehrmals wiederholt auf anderen Abtheilungen des Gradirhauses. Während des Gradirens scheiden sich kohlensaure Salze ab vermöge des Entweichens der CO_2, dann auch Gyps, Eisenoxyd, wodurch sich die Dornen mit einer dicken Kruste überziehen (Dornenstein) und alle 4 bis 6 Jahre ein Neubau der Dornenwand nöthig wird. Der Gang der Gradirung hängt viel von besonderen Temperaturzuständen ab, so daß nur in etwa 250 Tagen gradirt werden kann. Die gradirte Soole kommt im Sudhause zur Versiedung. Aus dem Pfannenstein gewinnt man Glaubersalz. Die Mutterlauge wird noch zu anderen Zwecken benutzt; sie enthält Chlormagnesium, Chlorkalium, Chlorcalcium ꝛc., auch Jod- und Bromverbindungen (s. Brom), man gewinnt daraus Bittersalz, Glaubersalz; sie wird auch zum Düngen gebraucht.

Viel Kochsalz wird aus dem Meere gewonnen, theils in kalten Ländern durchs Ausfrieren des Meerwassers, wodurch das Wasser gefriert und eine versiedbare Soole bleibt, theils in wärmeren Gegenden durch Verdampfen in der Sonnenwärme in großen flachen Gruben, in den sogenannten Salzgärten, besonders an den Küsten des Mittelmeeres, das reich an Kochsalz ist. Ein solcher Salzgarten ist ein System von sehr seichten Teichen mit Thonboden, worin das Wasser, weithin ausgebreitet, eine große Verdunstungsfläche darbietet; es tritt bei der Fluth zuerst in einen Teich, wo sich der Schlamm absetzt, dann in kleinere Teiche und fließt endlich durch weite Canäle (16,000 Fuß lang) in Teiche, wo die Krystallisation beginnt; die Mutterlauge gelangt wieder ins Meer. Solche Salzgärten bedecken oft eine Fläche von mehreren hundert Morgen Landes. Das Meerwasser enthält durchschnittlich 2,7 Proc. Kochsalz, dann 0,4 Proc. Chlormagnesium. Das Chlormagnesium (Chlorcalcium) bedingt auch das Feuchtwerden des Kochsalzes, besonders in großen Krystallen; Tafelsalz bleibt trocken, weil durch das starke Kochen das Chlormagnesium zersetzt wurde.

599 Das Kochsalz wird in der Chemie zur Bereitung der Salzsäure, des Chlors ꝛc., gebraucht; in der Haushaltung zum Einpökeln des Fleisches und der Fische (Häringe), auch zum Conserviren von Holz, das, mit Salzsoole durchzogen, länger der Fäulniß widersteht. Es findet sich in kleinen Mengen fast in jeder Pflanze, in den Strandgewächsen in bedeutender Menge. Es ist zum Leben der Thiere unentbehrlich, besonders der Wiederkäuer, denen es ins Futter gegeben werden muß (Viehsalz, unreines Salz); in den Schafställen legt man einen Block Viehsalz hin, den die Thiere belecken. Es wird auch zum Düngen gebraucht (Dungsalz).

600 Bromnatrium, Na Br, findet sich in der Mutterlauge mancher Salzsoolen, besonders der von Kreuznach (s. Brom).

Jodnatrium, Na J, findet sich im Kelp, und wird daraus Jod gewonnen (s. Jod).

Sauerstoffsalze.

a. Schwefelsaures Natron, $NaO, SO_3 + 10 HO$, Glaubersalz.

Schwefelsaures Natron entsteht, wenn man eine Lösung von Soda mit Schwefelsäure neutralisirt. Es kommt im Handel vor in großen, farblosen, schiefen rhombischen Säulen, die 56 Proc. Wasser enthalten. Es schmeckt kühlend salzig, etwas bitterlich. Wird ein Krystall, auf dem Platinbleche etwa, langsam erhitzt, so schmilzt er leicht in seinem Krystallwasser, welches bei stärkerer Hitze verdampft, wobei sich wasserleeres Salz in Krystallen absetzt; endlich wird das Salz zum trocknen, wasserleeren Pulver; bei Rothglühhitze schmilzt Glaubersalz, ohne sich weiter zu zersetzen. 601

An einem warmen Orte bedecken sich die Krystalle mit einem weißen Pulver, worin es sich endlich ganz verwandelt, ebenfalls wasserleeres Glaubersalz; löst man dies Pulver wieder in so viel Wasser, als es verloren hat, also in 56 Proc., so erhält man wieder Krystalle; also wird die Form und Durchsichtigkeit der Krystalle vom Krystallwasser bedingt. 602

Man erwärmt Wasser bis auf 33° C., erhält auf dieser Temperatur (durch ein hineingetauchtes Thermometer abzusehen) und löst darin Glaubersalz, so viel es zu lösen vermag (1 Thl. Wasser löst mehr als 3 Thle. Salz); erwärmt man dann weiter, so scheiden sich Krystalle aus, die wasserleer sind. Glaubersalz hat bei 33° C. im Wasser seine größte Lösbarkeit; Wasser von 33° C. löst die größte Menge Glaubersalz auf, wärmeres nicht so viel. Läßt man erkalten, so scheidet sich wieder das Salz mit 10 At. Wasser aus. 603

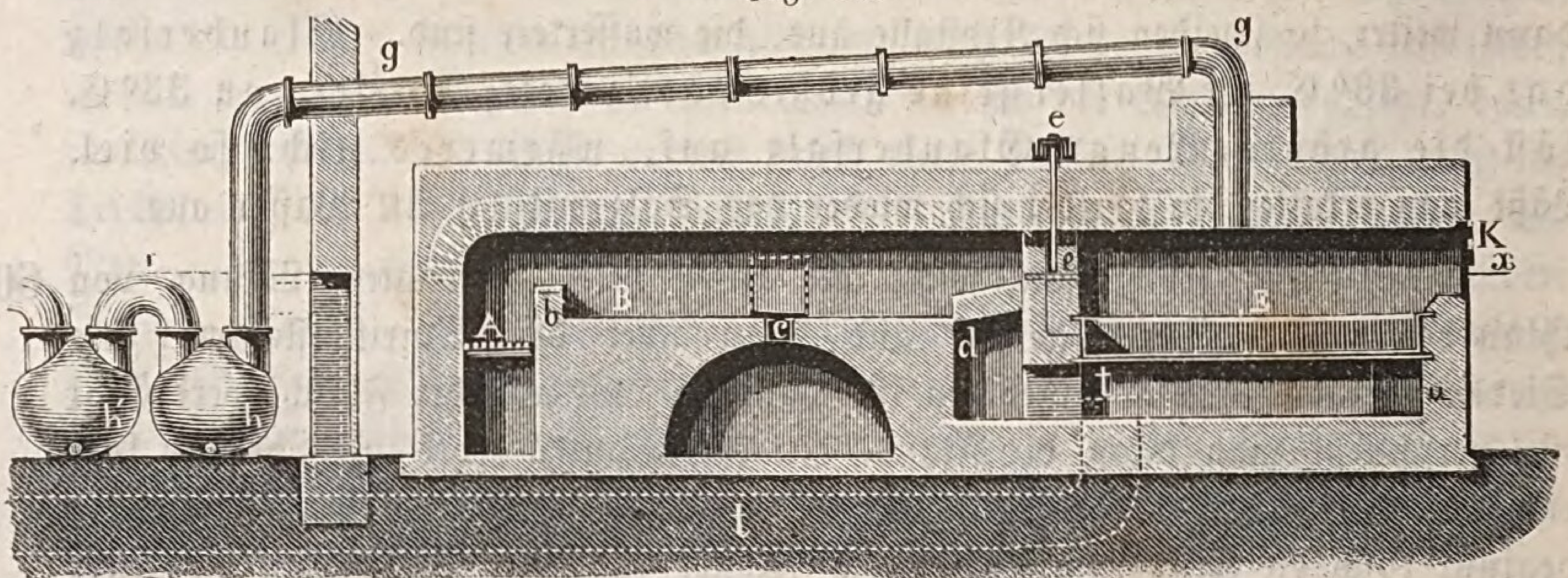
Eine kleine Kochflasche wird mit einer heiß gesättigten Lösung von Glaubersalz zum Theil gefüllt und dann über der Spiritusflamme zum Sieden gebracht, bis anzunehmen ist, daß alle Luft aus der Flasche verdrängt ist; verschließt man dann die Flasche mit einem guten Kork luftdicht und läßt erkalten, so krystallisirt das Salz nicht; öffnet man aber dann die Flasche, so beginnt rasch die Krystallisation. Noch schöner ist dieser Versuch auf folgende Weise angestellt: Ein Glasrohr, an einem Ende zugeblasen, wird mit einem Theil des Rohres vor dem offenen Ende dünn ausgezogen, so daß das offene Ende eine Art Trichter bildet und mit einer heiß gesättigten Lösung von Glaubersalz gefüllt, so daß die Lösung noch nicht den dünnen Hals berührt, und ins Sieden gebracht, um die Luft auszutreiben. Dann schmilzt man den Trichter unter fortwährendem schwachen Sieden mit dem Löthrohr ab. Auch hier bleibt die Lösung selbst beim starken Erkalten und Schütteln klar; bricht man aber die ausgezogene Spitze des Rohres ab, so krystallisirt das Salz augenblicklich durch die ganze Masse, und es wird so viel Wärme frei, daß man sie mit der Hand fühlen kann. Gießt man etwas Terpentinöl auf die heiß gesättigte Lösung, das eine die Luft abhaltende Schicht bildet, so entsteht ebenfalls keine Krystallisation, wenn die Temperatur sinkt und die Lösung nicht bewegt wird; taucht man aber die Spitze einer Glasröhre ein bis in die Lösung, so 604

beginnt sogleich die Krystallisation. Man erklärt diese Erscheinung aus einer gewissen Trägheit der Salztheilchen; sie finden eine gewisse Schwierigkeit, in ruhiger Flüssigkeit sich zu Krystallen zu ordnen, ähnlich dem Verhalten des Wassers, das man bei vollkommener Ruhe mehrere Grade unter 0° C. erkälten kann, ohne daß es gefriert, was aber rasch eintritt, wenn man schüttelt oder ein Stückchen Eis hineinwirft.

605 Das Glaubersalz findet sich in geringer Menge im Meerwasser, in den Mineralquellen, in den Salzquellen, wo die Mutterlauge, Kochsalz und Bittersalz (schwefelsaure Magnesia) enthaltend, der Winterkälte ausgesetzt wird. Die Salze zersetzen sich, es entstehen Glaubersalz und Chlormagnesium, und da die Löslichkeit des ersteren in der Kälte nur sehr gering ist, so krystallisirt es heraus. Ebenso gewinnt man es aus dem Pfannenstein auf den Salinen, der zerschlagen und ausgelaugt wird; die Lösung wird abgedampft oder der Kälte ausgesetzt. Auch wohl durch Zersetzung des Eisenvitriols der Mutterlauge, die mit Kochsalz gemengt und geglüht wird, wodurch schwefelsaures Natron und Chloreisen entsteht, das durchs Glühen sich verflüchtigt.

Das meiste Glaubersalz wird aus dem Kochsalz dargestellt durch Zersetzung mit Schwefelsäure (s. Nr. 461) in sogenannten Flammöfen (flach gewölbte Oefen, die eine lange Flamme durchzieht), Fig. 66. Die Flamme durch-

Fig. 66.



streicht zwei Abtheilungen; in der entfernteren E mit Blei ausgefütterten findet die Zersetzung Statt, indem Schwefelsäure durch einen Sicherheitstrichter von Blei auf das schmelzende Kochsalz fließt; die entwickelte Salzsäure zieht durch die Röhre gg von Steingut in die Condensationsgefäße hh'; in die vordere heißere Abtheilung des Ofens B wird das Product nach Aufziehung des Schiebers e durch Krücken geschafft und geschmolzen zur Austreibung der überschüssigen Säure; eine Beschickung, durch die Thür K eingesetzt, beträgt 3 bis 8 Ctr. Kochsalz. Die nöthige Schwefelsäure wird gewöhnlich so genommen, wie sie sich in mit der Anlage verbundenen Schwefelsäurekammern bildet, wodurch die sehr bedeutenden Abdampfungskosten der Schwefelsäure gespart werden. Die gebildete Salzsäure wird in Woulf'schen Flaschen hh' condensirt und verwerthet, wo sich Gelegenheit dazu findet; wo dies nicht der Fall ist, wird die

Salzsäure dem Fabrikanten sehr unbequem; will man sie unmittelbar entweichen lassen, so erstirbt die ganze Pflanzenwelt der Umgegend und sie verdirbt Alles in ihrer Umgebung. In England führt man sie in die oberen Luftschichten durch sehr hohe Schornsteine (bis 500 Fuß hoch), oder leitet sie einem Wasserstrom entgegen, oder in Kalksteinbrüche, wo Chlorcalcium entsteht, das als Dünger gebraucht wird. Am besten wird sie wohl noch verwerthet zur Fabrikation des Chlorkalks, Bleichkalks, indem man erst aus Kochsalz, Braunstein und Schwefelsäure Cl bildet, das, zu Kalkhydrat tretend, Chlorkalk macht; der Rückstand wird im Flammofen behandelt mit Kochsalz (um SO_3,HO zu binden), dann geglüht, wodurch unlösliches Manganoxyd entsteht; das Glaubersalz wird dann ausgelaugt, calcinirt, krystallisirt.

Glaubersalz wird besonders zur Darstellung der Soda gebraucht, zur 606
Glasfabrikation, in der Medicin als Abführungsmittel.

b. Schwefligsaures Natron, NaO, $SO_2 + 10$HO.

Es wird erhalten durch Einleiten von SO_2 in Sodalösung bis zur Sät- 607
tigung und Abdampfen zur Krystallisation.

c. Unterschwefligsaures Natron, NaO, $S_2O_2 + 5$ HO.

Es wird erhalten, indem man S mit Aetznatronlauge bis zur Sättigung kocht, 608
dann SO_2 hineinleitet, bis die Flüssigkeit hellgelb geworden ist; dann wird abgedampft bis zur Syrupdicke, und mit Weingeist geschüttelt, worauf aus der unteren Schicht (der Weingeist hat das nicht zerlegte Schwefelnatrium gelöst und schwimmt oben) das Salz rein in farblosen, bitter schmeckenden Krystallen anschießt. Oder man schmilzt in einer Porzellanschale unter öfterem Umrühren 3 Thle. trocknes kohlensaures Natron mit 1 Thl. Schwefelblumen, wobei das Schwefelnatrium bei stärkerer Hitze unter Erglühen in schwefligsaures Natron sich verwandelt; dann wird in wenig Wasser gelöst, filtrirt und mit S gekocht. Die fast farblose Lösung giebt schöne Krystalle.

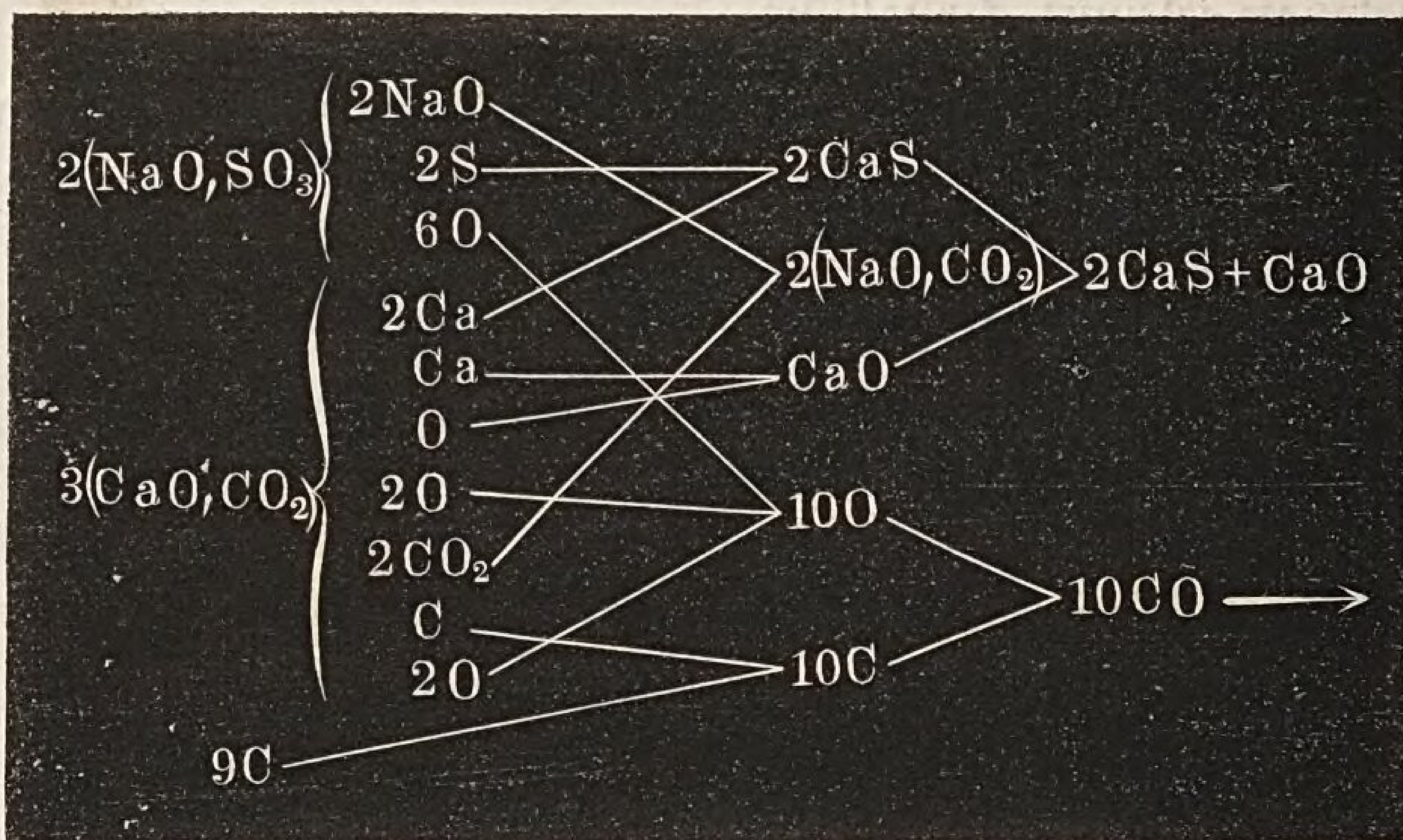
Das NaO, S_2O_2 wird in der Daguerreotypie zum Waschen der fertigen 609
Platten gebraucht, da es Jod auflöst. Es nimmt leicht Chlorsilber auf, weshalb es auch zum Versilbern gebraucht wird. Es wird auch benutzt, um Zeugen bei der Chlorbleiche die letzten Antheile von Cl zu entziehen, da es durch Cl zersetzt wird; kommt daher unter dem Namen Antichlor im Handel vor.

d. Kohlensaures Natron, Soda, NaO, $CO_2 + 10$ HO.

Schwefelnatrium, NaS (wie das entsprechende KS dargestellt durch Des- 610
oxydation des wasserleeren Glaubersalzes mit Kohle), wird mit etwas Kohle und mit gleich viel Kreide zusammengerieben und auf der Kohle vor dem Löthrohr erhitzt und geschmolzen, dann in kochendem Wasser gelöst und filtrirt. Das auf dem Filter bleibende Pulver ist Schwefelcalcium, das mit Säuren HS erzeugt; die durchgegangene Flüssigkeit liefert, auf einem Porzellanscherben oder auf einem Uhrglase verdampft, ein weißes Salz, NaO, CO_2, Soda.

611 Wird ein Gemenge aus etwa 9 Thln. zerfallenem Glaubersalz und 6 Thln. kohlensaurem Kalk, Kreide, geschmolzen, so entsteht schwefelsaurer Kalk und kohlensaures Natron, aber die Salze zersetzen sich mit Wasser wieder so, daß größtentheils die früheren Verbindungen entstehen. Setzt man dem Gemenge 3 Thle. Kohle zu und schmilzt, so entsteht zwar unlösliches Schwefelcalcium, aber mit Wasser bildet sich CaO, CO_2 und NaS geht in die Lösung.

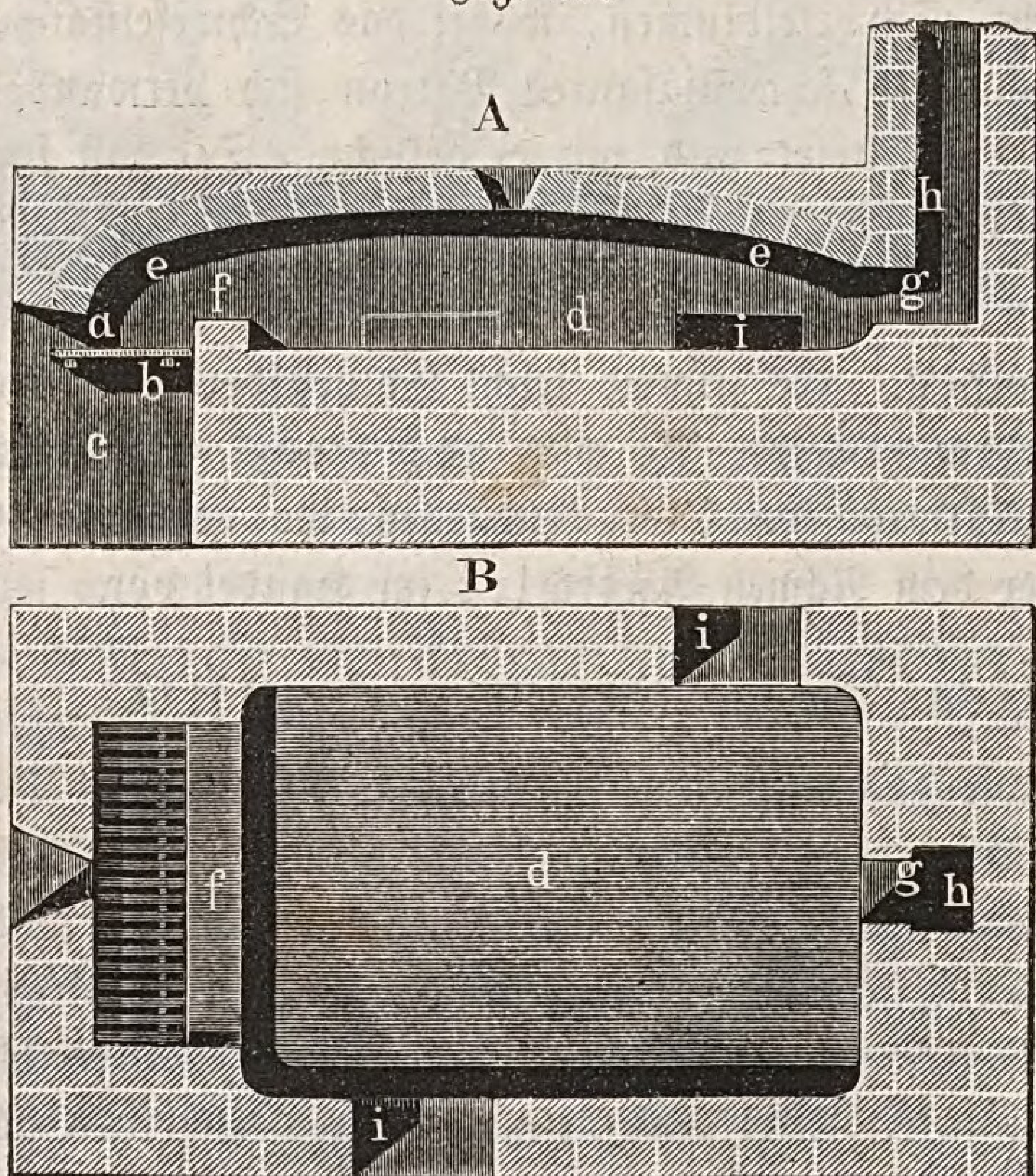
Wird aber ein Gemenge von 71 Thln. wasserleerem Glaubersalz, 75 Thln. kohlensaurem Kalk und 17 Thln. Kohle geschmolzen, so entsteht eine Verbindung von CaS mit CaO, die in Wasser unlöslich ist, und NaO, CO_2, das in Wasser sich löst, nach folgendem Schema:



Es wird Kohlenoxydgas entwickelt.

Im Großen werden 100 Thle. Glaubersalz, 104 Thle. Kalk und 53 Thle. Kohle (Holzkohlen, Steinkohlen, Braunkohlenklein), zu einem gröblichen Pulver zermahlen und gut gemengt, zu 2 bis $2^1/_2$ Centner in einen Flammofen gebracht (Fig. 67) und auf der Sohle *d* ausgebreitet und erhitzt; *b* ist der Rost, *c* der Aschenfall, *a* die Feuerthür, *i* und *i* sind Oeffnungen zum Durchkrücken der Masse mit langen eisernen Haken und Kratzen; *g* ist die Zugöffnung in den Schornstein *h*, *f* die Brücke, welche in Verbindung mit dem Gewölbe *e* die Flamme auf die schmelzende Masse drückt; die Esse

Fig. 67.



ist bis 40 Fuß hoch. Man hat auch Oefen mit doppeltem Arbeitsraum, in denen ein hinterer erhöhter Heerd zum Vorwärmen und Erweichen der Masse dient. Nachdem die Masse breiartig geschmolzen, steigen zahlreiche blaue Flammen auf (CO); sie wird nun stark durch einander gearbeitet. Zuletzt schmilzt die Masse und fließt ruhig, worauf die graue, kohlige rohe Soda in Blechkasten geschafft wird, wo sie erstarrt. Die rohe Soda wird zerkleinert unter Mühlsteinen, oder zerpocht, oder in heißen Oefen mit Wasser besprengt, wodurch sie aufschwillt und zerfällt; dann wird sie in durchlöcherten Blechkasten in das durch Dampf erwärmte Wasser eiserner Auslaugebottiche gebracht, die immer einer höher als der andere stehen, so daß die Lauge aus einem Bottich in den anderen gelangt, bis sie siedewürdig ist; in den höchststehenden Bottich gelangt das frische Wasser, in den untersten wird der Blechkasten mit frischer Soda eingehängt; das Wasser durchströmt die Bottiche bis zum untersten, immer stärkere Soda antreffend, die Blechkasten steigen bis zum obersten, wo das frische Wasser zuerst die fast erschöpfte rohe Soda antrifft. Die concentrirte Lauge wird in eisernen Pfannen abgedampft, die zu Boden fallenden Krystalle ($NaO, CO_2 + HO$) werden herausgenommen, im Flammofen entwässert und gemahlen, oder sie werden wieder aufgelöst in heißem Wasser und als große Krystalle ($NaO, CO_2 + 10HO$) gewonnen.

Soda wird auch aus Strandgewächsen gewonnen, so an den spanischen Küsten; man trocknet und verbrennt sie zu Asche, die dann ausgelaugt wird; diese Asche, die im Handel Barilla, alicantische Soda, heißt, enthält Soda zu 25 bis 30 Proc., aber auch viel Glaubersalz und andere Salze. An den schottischen und irischen Küsten wird aus dem Tang der Kelp gewonnen, sowie an den Küsten der Normandie der Varec; beide Producte enthalten wenig NaO, CO_2, wohl aber schwefelsaures Kali und Chlorkalium, die daraus besonders gewonnen werden, auch Jod. 612

In Ungarn und an mehreren anderen Orten gewinnt man Soda durch Auslaugen von sodahaltiger Erde. In Aegypten und in Mexico wird anderthalb kohlensaures Natron aus manchen Seen gewonnen, den sogenannten Natronseen.

$NaO, CO_2 + 10HO$ krystallisirt in hellen, schiefen rhombischen Säulen, die 63 Proc. Krystallwasser enthalten; sie sind in $1\frac{1}{2}$ Thln. kaltem und $\frac{1}{4}$ Thl. kochendem Wasser auflöslich, verwittern rasch an der Luft, mit weißem Mehl sich bedeckend und ihr Krystallwasser verlierend. In der Wärme verliert die Soda leicht ihr Wasser, bei Rothglühhitze schmilzt sie zur dünnflüssigen Flüssigkeit. 613

Auf die Kohle in eine flache Grube lege man gepulverten Kupferkies, Schwefelkupfer + Schwefeleisen, der häufig in mineralogischen Sammlungen vorkommt, von messinggelber Farbe, und erhitze das Pulver mit der Löthrohrflamme, indem man das Schmelzen verhütet (die Spitze der Flamme darf nicht das Pulver berühren); es verbrennt dann der Schwefel und das Pulver erhält eine schwärzliche Farbe (es ist geröstet). Dann wird mit feuchter zerfallener Soda gemengt, wieder auf die Kohle gebracht und eine Zeit lang zum Schmel- 614

zen erhitzt; die Soda zieht sich in die Kohle und es bleiben kleine Kügelchen, die man ausbricht und mit dem Hammer ausplattet, es zeigt sich dann das Kupfer in seiner rothen Farbe. So wird Soda häufig zur Reduction der Metalloxyde gebraucht. Macht man den Versuch mit Bleioxyd, Bleiglätte, so erhält man Bleikörner.

Soda wird auch viel zu Fällungen und anderen chemischen Arbeiten gebraucht, wie das KO, CO_2. Ferner in den Gewerben zur Glasfabrikation und zur Seifensiederei, ebenso in der Medicin. In vielen Fällen vertritt die Soda die Pottasche; und nimmt ihr Gebrauch täglich zu.

Die Prüfung der Soda auf ihren Gehalt an NaO, CO_2 geschieht wie bei der Pottasche.

e. Zweifach-kohlensaures Natron, $NaO, 2CO_2 + HO$.

615 Man menge 4 Thle. verwitterte Soda mit 1 Thl. krystallisirter sehr genau, legt das Gemenge in eine weite Glasröhre oder in eine Retorte und läßt CO_2 zutreten, wobei Erwärmung eintritt; die Bildung des Salzes ist beendigt, wenn es erkaltet ist. Es bildet weiße, nicht verwitternde Krystalle, die in 10 Thln. Wasser löslich sind. Es verliert leicht durch Erhitzen einen Theil seiner CO_2 und wird Soda.

616 Wird es mit gleichen Theilen Weinsteinsäure innig gemengt und dies Gemenge (Brausepulver) in Wasser geworfen, so erfolgt ein starkes Aufbrausen von CO_2, indem die Weinsteinsäure sich löst und die CO_2 vertreibt, und also weinsteinsaures Natron entsteht; während des Brausens wird das Wasser, mit Zucker versetzt, getrunken, und giebt so ein kühlendes Getränk ab. Es dient auch zur Bereitung des künstlichen kohlensauren Wassers (s. Nr. 414) und kommt in manchen Mineralquellen, z. B. im Carlsbader Brunnen, vor. Wird im Großen dargestellt, indem man CO_2, die der Erde oder Quellen entströmt, in Kammern leitet, wo auf Hürden kohlensaures Natron ausgebreitet ist.

f. Salpetersaures Natron, Chilisalpeter, NaO, NO_5.

617 Durch Neutralisiren der Soda mit Salpetersäure, Abdampfen ꝛc. erhält man dies Salz in Rhomboëdern krystallisirt; es schmeckt kühlend salzig, wird an der Luft feucht. Es kommt in der Natur fertig gebildet vor in Südamerika, in Chili, daher es auch Chili- oder Südseesalpeter heißt. Es wird dort gefunden in großen mächtigen Lagern im Thon und bedarf nur des Umkrystallisirens, um fast rein zu sein. Der Chilisalpeter wird zur Darstellung von Salpetersäure und von Salpeter durch Zersetzung mit Pottasche oder Chlorkalium gebraucht, weil er viel wohlfeiler als Kalisalpeter ist, nicht aber zur Pulverfabrikation, weil er ein feucht werdendes Pulver liefert; macht man sich ein Gemenge von 5 Thln. NaO, NO_5, 1 Thl. S und 1 Thl. C und zündet es an, so verbrennt es dreimal langsamer als ein solches Gemenge mit KO, NO_5, aber mit schön gelber Flamme.

g. Phosphorsaures Natron.

618 Durch genaues Neutralisiren der gewöhnlichen, aus Knochen erhaltenen Phosphorsäure mit Soda, Abdampfen ꝛc. erhält man das phosphorsaure Na-

tron in farblosen Krystallen, die verwittern, von der Zusammensetzung $PO_5, 2NaO + 25HO$ oder $PO_5(2NaO + HO) + 24HO$. Es fällt salpetersaures Silberoxyd gelb, und enthält die cPO_5 (siehe Nr. 381). Wird dieses Salz geglüht, gelöst und krystallisirt, so erhält man ein nicht verwitterndes Salz, welches das salpetersaure Silberoxyd weiß fällt; es enthält bPO_5 und ist zusammengesetzt: $2NaO, PO_5 + 10HO$. Wird das erste Salz in Auflösung mit überschüssiger PO_5 versetzt und abgedampft, so erhält man ein Salz von der Zusammensetzung $(NaO + 2HO) PO_5 + 2HO$; wird nun dies so lange erhitzt, bis es wasserleer wird, $= NaO, PO_5$, so erhält man ein zerfließliches Salz, das salpetersaures Silberoxyd weiß fällt und Eiweiß coagulirt; es enthält die aPO_5.

Das phosphorsaure Natron wird in der Medicin gebraucht.

h. Unterchlorigsaures Natron, NaO, ClO.

Es wird ebenso dargestellt wie das KO, ClO, entweder durch Sättigung 619
von Aetznatronlauge mit Cl, oder durch Fällung des wässrigen Auszuges von Chlorkalk mit Soda. Die erhaltene Lösung, Eau de Labarraque, kommt in ihren Eigenschaften dem Eau de Javelle gleich.

i. Zweifach borsaures Natron, Borax, $NaO, 2BO_3 + 10HO$ oder $NaO, 2BO_3 + 5HO$.

Den meisten Borax gewinnt man durch Sättigung der aus den tosca- 620
nischen Lagunen gewonnenen BO_3, deren Bereitung wir schon bei der Borsäure kennen gelernt haben. In einer mit Blei gefütterten und mit Deckel geschlossenen Kufe wird die Lösung von Soda gemacht und dieselbe durch Dampf bis auf 100° C. erhitzt, der durch ein bis auf den Boden reichendes und den Deckel durchdringendes Rohr aus einem Dampfkessel zugeleitet wird. Dann wird die BO_3 (100 Thle. BO_3 auf 120 Thle. Soda) durch ein weites Rohr, das durch den Deckel bis unter die Oberfläche der Flüssigkeit geht, nach und nach zugesetzt; ein drittes Rohr führt die CO_2 fort. Darauf wird bis auf 105° C. erhitzt und zwölf Stunden in Ruhe gelassen, zum Absetzen von unlöslichen Substanzen. Aus einem Hahn in der Seite der Kufe wird die Lauge in mit Blei gefütterte flache Krystallisationsgefäße abgelassen; der Bodensatz durch einen Hahn im Boden der Kufe. Von den gebildeten Krystallen wird die Mutterlauge abgehoben; sie werden ausgebrochen und auf einer geneigten Ebene ausgebreitet, so daß alle Mutterlauge sich sondern kann; diese wird dann, wie auch die früher abgenommene, bei der folgenden Arbeit wieder zugesetzt, bis sie endlich zu viele fremde Salze enthält, wo sie dann noch Glaubersalz und Bittersalz liefert. Der rohe Borax wird wieder gelöst in einer größeren Kufe mit Bleifutter, indem man ihn in durchlöcherten Blechkasten in durch Dampf erhitztes Wasser einhängt; die Lösung wird dann abgelassen in starke, mit Blei gefütterte Krystallisationsgefäße. Diese sind mit einem zweiten Gefäße umgeben, der Zwischenraum mit Kohlenstücken ausgefüllt. Da nur große Krystalle im Handel gesucht werden, so muß man diese Vorsicht an

wenden, um den Gang der Krystallisation so langsam wie möglich einzurichten; auch stehen die Gefäße an vor aller Erschütterung geschützten Orten; den Deckel bedeckt man noch mit Decken und Strohmatten. Das Wachsen der Krystalle dauert etwa einen Monat, bis im Innern die Temperatur auf 25 bis 30° C. gesunken ist; dann wird die Mutterlauge schnell mit Heber abgelassen und noch mit Schwämmen fortgenommen, damit nicht kleine Krystalle auf die großen sich lagern; dann wird wieder zugedeckt, und erst nach mehreren Stunden werden die Krystallkrusten ausgebrochen. Dies ist der Borax mit 60 Proc. oder 10 At. HO in prismatischen Krystallen, daher der Name **prismatischer Borax**, auch gewöhnlicher Borax; mit 30 Proc. oder 5 At. HO schießt der Borax in octaëdrischen Krystallen an, **octaëdrischer Borax**. Um ihn darzustellen, macht man die Lauge concentrirter, es beginnt die Krystallisation bei 79° C. und dauert, bis die Temperatur der Lauge auf 56° C. gesunken ist, worauf man schnell die Mutterlauge entfernt, aus welcher noch gewöhnlicher Borax anschießt. Man zieht wegen seines geringern Wassergehaltes, weshalb er sich im Feuer weniger bläht, den octaëdrischen Borax dem gewöhnlichen vor.

621 An mehreren Orten auf der Erde findet sich fertig gebildeter Borax, besonders in Indien und Thibet, wo er aus dem Wasser großer Landseen sich absetzt und gewonnen wird; er heißt in der Mineralogie **Tinkal**, unsere Kupferschmiede nennen so auch den künstlich bereiteten Borax; die Krystalle sind mit einer Kruste überzogen. Dieser Tinkal wurde früher in Venedig (venetianischer Borax), später auch in Amsterdam durch Kalkwasser gereinigt, und dann umkrystallisirt.

622 Das Oehr eines Platindrahts wird in der Löthrohrflamme glühend gemacht und dann auf ein Stückchen Borax gedrückt, daß es, das Oehr ziemlich erfüllend, hängen bleibt. Wird es dann weiter durch die Löthrohrflamme erhitzt, so bläht der Borax vermöge seines starken Wassergehaltes sich wie ein Schwamm auf, sinkt zusammen und erfüllt endlich als klare, durchsichtige Perle das Oehr. Ebenso bläht der Borax sich auf, wenn man ein Stück auf Platinblech schmilzt; taucht man in das geschmolzene Salz ein Glasstäbchen, so kann man aus demselben feine Fäden ziehen, so zähe ist der geschmolzene Borax.

623 Die erkaltete klare Boraxperle wird mit der Zunge etwas benetzt und wenig Mangansuperoxyd angeklebt; erhitzt man dann vor der Spitze der Löthrohrflamme (Oxydationsflamme), so wird die Perle violett und erkaltet violettroth; hat man zu viel Braunstein genommen, so erhält man ein schwarzes Glas, das man zerkleinert und ein Stückchen als Zusatz zu einer neuen Perle benutzt, wodurch diese roth gefärbt wird. Hält man dann die Perle in der Flamme, an der Spitze des dunkeln Kerns (Reductionsflamme), so wird die Perle wieder farblos, weil die entstehende niedrigere Oxydationsstufe des Metalls Mangan die Perle nicht färbt. Wird wenig Eisenoxyd angeklebt, so erscheint die geschmolzene Perle warm gelb, kalt farblos; mehr Eisenoxyd macht die warme Perle roth, die kalte gelb. Wenig Zinkoxyd läßt das Glas farblos,

viel macht es emailartig; Bleioxyd gelblich; wenig Kupferoxyd in der Wärme grün, mehr dunkelgrün. Alle diese Versuche beweisen, daß der schmelzende Borax leicht viele Metalloxyde löst und oft damit gefärbte Gläser bildet; daher dient er zur Erkennung und Unterscheidung der Metalloxyde und hat in der Mineralogie eine ausgedehnte Anwendung.

Ein Kupferplättchen wird rein und glänzend geschabt, mit Boraxpulver bestreut und in der Spiritusflamme erhitzt, so daß der schmelzende Borax einen Ueberzug bildet; fährt man dann mit einem Stück Zinn auf der erhitzten Fläche hin und her, oder legt einige Stückchen Zinn in den schmelzenden Borax, so breitet sich das Zinn schmelzend auf dem Kupfer aus und verzinnt dasselbe; ohne Borax würde das geschmolzene Zinn nicht auf dem Kupfer haften. Nur reine, blanke Metalle haften im Erhitzen aneinander, wobei natürlich das eine leichter schmelzen muß, als das andere; die reine Kupferoberfläche, erhitzt, wird braun, bedeckt sich mit einer Oxydschicht, weshalb das Zinn nicht haften kann; der schmelzende Borax löst die Oxydschicht, und die blanke Oberfläche kann sich verzinnen. So macht es der Kupferschmied beim Verzinnen der Kupferkessel. Verzinnt man zwei Kupferstückchen, drückt sie mit den verzinnten Flaschen fest aneinander und erhitzt, so haften sie fest aneinander, sie sind zusammengelöthet, das Zinn ist in diesem Falle das Loth. 624

Der Borax wird wegen seiner Eigenschaft, Oxyde aufzulösen, häufig beim Löthen angewandt, besonders zum Löthen von Gold und Silber; beim Löthen des Kupfers wird er häufig durch Kolophonium und Salmiak ersetzt, wie wir später sehen werden.

Der Borax ist von schwach laugenartigem Geschmack. Der gewöhnliche Borax löst sich in 2 Thln. siedendem und in 12 Thln. kaltem Wasser, verwittert etwas, wogegen der octaëdrische Borax nicht verwittert. 625

k. Kieselsaures Natron.

Das Natron bildet dieselben Verbindungen mit SiO_3, wie das Kali, bildet Kieselfeuchtigkeit, Wasserglas ꝛc. Das kieselsaure Natron ist etwas leichter schmelzbar, als das kieselsaure Kali, und ist Bestandtheil des Glases. 626

Glas ist im Allgemeinen ein Gemenge verschiedener Kieselverbindungen (Silicate), meist kieselsaurer Doppelsalze; kieselsaures Kali, kieselsaures Natron, kieselsaurer Kalk, kieselsaures Bleioxyd bilden das Glas, wozu noch die Silicate der Thonerde und des Eisenoxyds kommen; von diesen sind die Kali- und Natronsilicate die, welche am leichtesten schmelzen; Kalksilicate schmelzen schwer; am leichtesten zu schmelzen sind die Bleioxydsilicate. Der Schmelzpunkt eines Doppelsilicates liegt meist unter dem der einzelnen Silicate. Das gewöhnliche farblose Glas, Tafel- und Spiegelglas, besteht aus Silicaten von KO, NaO, CaO; das gefärbte Glas, Bouteillenglas, aus den Silicaten von KO, NaO, CaO, Fe_2O_3 und Thonerde; das Krystallglas besteht aus den Silicaten von KO und Bleioxyd.

Das farblose Glas, Hohlglas, Fensterscheiben, Spiegelglas, wird aus sehr reinen Materialien gemacht, das schönste in Böhmen. SiO_3 liefert zu den besten Sorten der Quarz, der in Oefen geglüht und in kaltes Wasser geworfen, darauf gepocht wird; dann auch reiner weißer Sand. Das Alkali liefert gereinigte Pottasche oder krystallisirte Soda; den Kalk reiner, gebrannter Kalkstein. Eisenoxyd in diesen Materialien färbt das Glas grünlich, welche Farbe durch einen Zusatz von Braunstein wieder verschwindet, da MnO_2 O abgiebt und das färbende Eisenoxydul in Oxyd verwandelt. Als Brennmaterial wird Holz, auch Braunkohle, in England meist Steinkohle gebraucht.

Zu gewöhnlichen Sorten weißen Glases nimmt man statt der Soda Glaubersalz, das man bei den Hütten selbst macht, setzt aber dann etwas Kohle zu, die das schwefelsaure Natron zu schwefligsaurem Natron reducirt, das leichter von SiO_3 zerlegt wird. Zu den besten Sorten weißen Glases nimmt man 110 Thle. Quarzpulver, 64 Thle. gereinigte Pottasche, 24 Thle. Aetzkalk. Das gefärbte Glas wird aus möglichst wohlfeilen Materialien gemacht; man nimmt Varecsoda, Holzasche, Seifensiederlauge, gewöhnlichen Sand. 72 Thle. Kalk, 280 Thle. Holzasche, 100 Thle. Sand liefern das gewöhnliche grüne Flaschenglas.

Das Krystallglas muß sich durch große Durchsichtigkeit, Farblosigkeit und starken Glanz auszeichnen. Es wird dazu der feinste Sand, gereinigte Pottasche, Bleiglätte oder Mennige genommen. Der gewöhnliche Satz ist 300 Thle. reiner Sand, 100 Thle. gereinigte Pottasche, 200 Thle. Mennige.

627 Die Oefen, die eine Temperatur von 12,000° C. aushalten sollen, sind sehr sorgfältig aus feuerfesten Steinen gebaut, und dennoch dauern sie selten mehr als 18 Monate lang aus, da das sich verflüchtigende KO oder NaO sich mit den Bestandtheilen der Ofenwand verbindet und sie ausfrißt. Der Glassatz wird in großen Tiegeln aus feuerfestem Thon, Häfen genannt, meist etwas konisch geformt, geschmolzen; zum Spiegelguß wendet man auch viereckige Tiegel an, Wannen. Die Häfen sind gewöhnlich 2 Fuß hoch, ebenso weit, mit 3 Zoll dicker Wand; zu Flaschenglas sind sie wohl noch einmal so hoch, so daß sie 2½ Centner Glas fassen. Sie werden auf den Hütten selbst angefertigt, über Formen, sehr langsam und sorgfältig getrocknet, dann in einem, dem Schmelzofen angebauten Ofen, Temperofen, allmälig glühend gemacht und so in den Schmelzofen geschafft; in der Regel dauern sie nur zwei bis drei Monate, obgleich man, um sie in etwas zu schützen, ihre Innenwand vor dem Gebrauche mit einem Ueberzuge von Glas versieht, das sich in die Wand zieht.

628 Der Schmelzofen. *M* (Fig. 68) ist rund, länglich oder viereckig, überwölbt. Die Tiegel *III* (Fig. 68 und 69) stehen auf Bänken *F*, Erhöhungen zu beiden Seiten der Feuerung, deren Rost *G*. Die Flamme umspielt die Häfen und zieht dann in die Seitenöfen *NN*, von denen einer als Temperofen benutzt wird, der andere Materialien zum Glassatz enthält, die hier getrocknet und bis zum anfangenden Zusammensintern erhitzt, gefrittet wer-

den; *oo*... sind Löcher in der Ofenwand, eins über jedem Hafen, aus denen die Arbeiter, auf den Mauern *LLL*... stehend, Glas entnehmen; *nnn*... sind

Fig. 68.

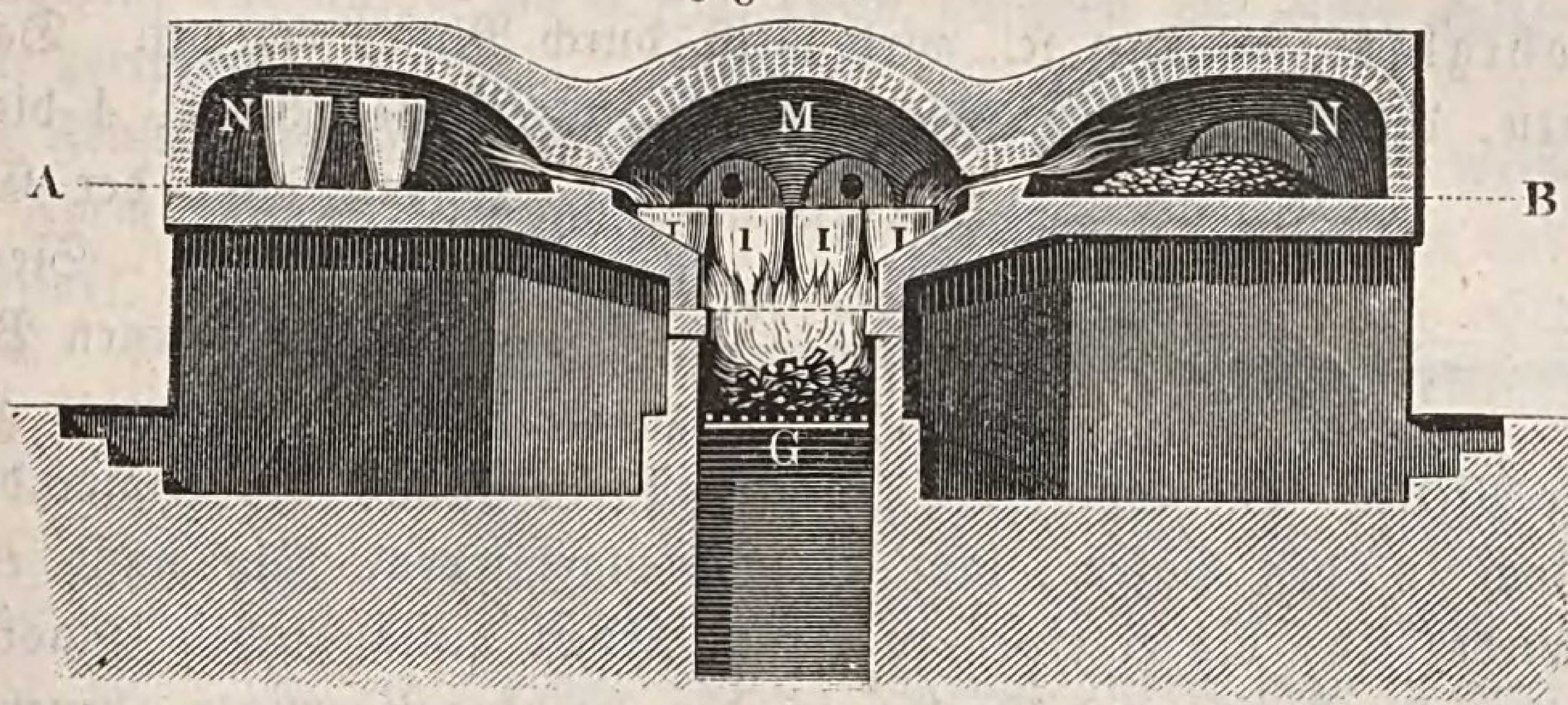
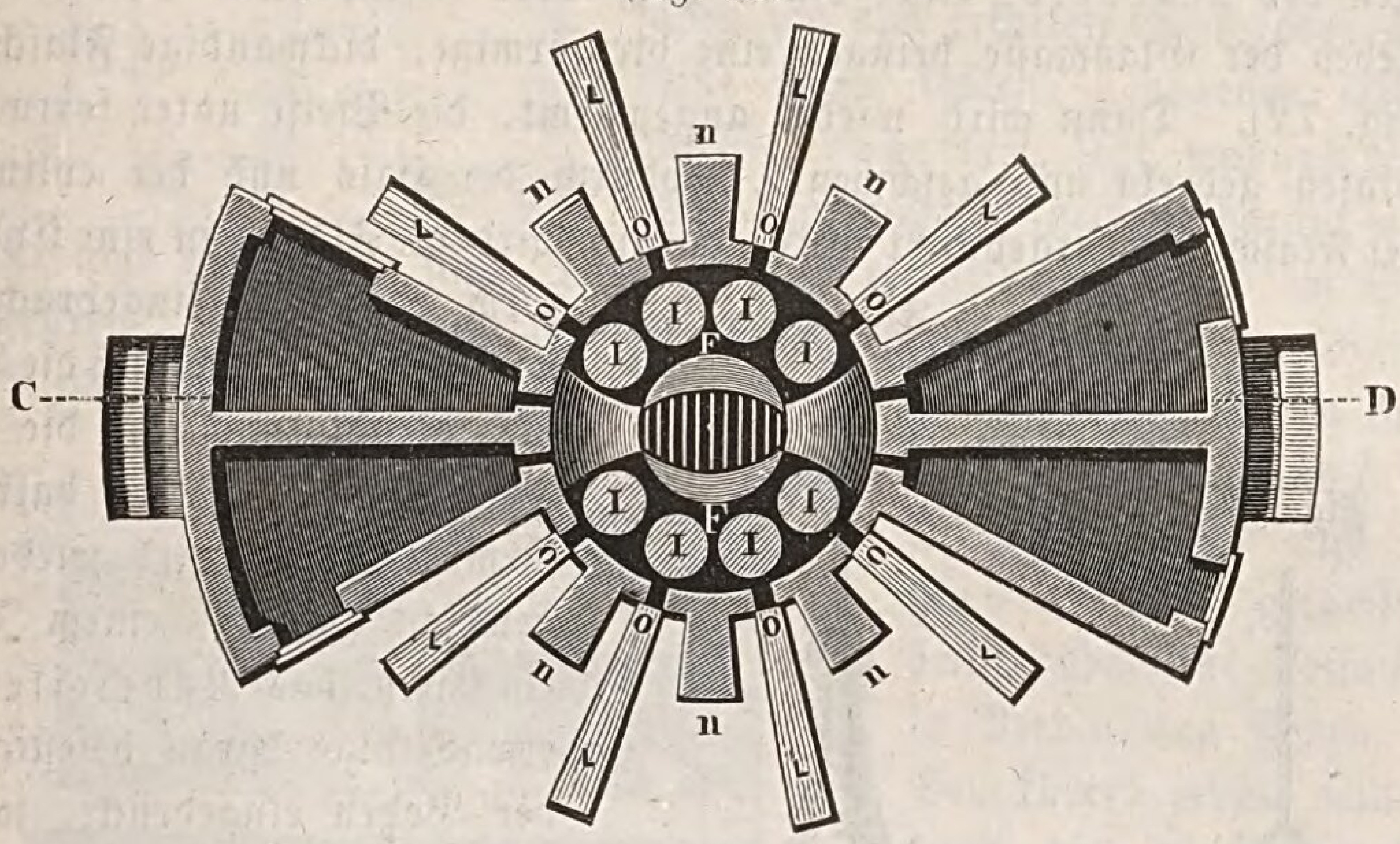


Fig. 69.



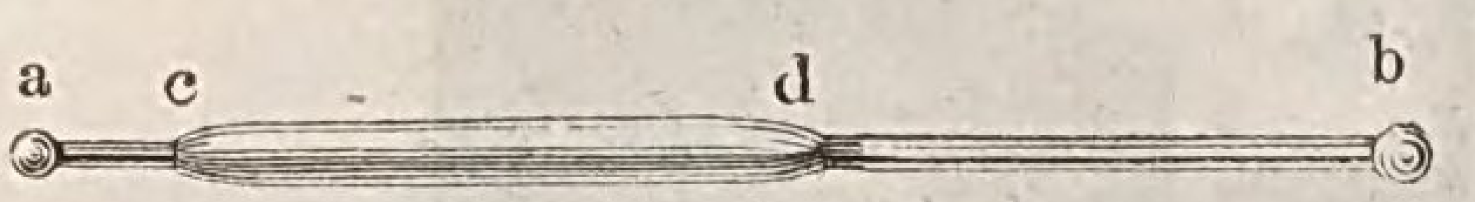
erhöhte Mauern zum Schutz des Arbeiters gegen die aus den beiden ihm zur Seite liegenden Löchern entgegenstrahlende Hitze. Zum Einsetzen der Tiegel sind in der Wand des Ofens noch sogenannte Aufbrechlöcher, die nach dem Einsetzen der glühenden Tiegel wieder zugemauert werden. Der stark erhitzte Satz wird schaufelweise in die Häfen eingetragen, indem man jedesmal wartet, bis die Masse geschmolzen ist, worauf man ruhig schmelzen läßt, indem von Zeit zu Zeit eine Probe gezogen und untersucht wird. Anfangs entweicht CO_2 mit Heftigkeit, wodurch ein zweckmäßiges Aufrühren der Masse hervorgebracht wird. Bei fortgesetzter Schmelzung erzeugt sich auf der Oberfläche die **Glasgalle**, diejenigen Materien, die der Verglasung entgangen sind; sie wird abgeschöpft. Wenn das Glas sich von den Luftblasen, die es eingeschlossen hält, durch die starke Hitze, die es dünnflüssig macht, gereinigt, sich geläutert hat, wird der Ofen **kalt geschürt**, d. h. man läßt die Temperatur des Ofens sinken, damit das Glas eine teigartige Beschaffenheit, die zum Verarbeiten erforderlich ist, erhalte.

Die fertige Waare kommt in den Kühlofen, der, wenn er gefüllt ist,

längere Zeit einer bestimmten Temperatur überlassen bleibt; dadurch verlieren die Glaswaaren ihre große Sprödigkeit.

629 Hohlglas, Flaschen etc., wird meist durch Blasen erzeugt. Das Werkzeug dazu, die Pfeife *ab* (Fig. 70) ist ein eisernes Rohr, 4 bis 5 Fuß lang, 1 Zoll dick; der Canal ist 2 bis 3 Linien weit. Sie ist umgeben mit einer hölzernen Büchse *cd* zum Schutze des Arbeiters gegen die Hitze der Pfeife.

Fig. 70.



Die Spitze der erhitzten Pfeife taucht der Bläser durch das Arbeitsloch in den Hafen, läßt die haftengebliebene Glasmasse erweichen, taucht wieder ein, bis er einen zu seiner Arbeit hinlänglichen Glasballen an der Pfeife hat; Blasen und Drehen in den halbkugelförmigen, benetzten Vertiefungen des Marbels, einer dicken Holz- oder Eisenplatte, Vertheilen und Verschieben der Glasmasse bringen eine birnförmige, dickwandige Flasche hervor (Fig. 72). Dann wird wieder angewärmt, die Pfeife unter fortwährendem Blasen gedreht und geschwenkt, wodurch der Hals und der cylindrische Leib der Flasche hervorgebracht wird; darauf wird die Flasche in eine Cylinderform von Holz eingebracht und stark geblasen, wodurch die Wände sich gleichförmig an die Form legen (Fig. 71). Der halbkugelförmige Boden wird wieder aufgeweicht und von einem Jungen ein Eisen, das Nabeleisen, mit etwas Glas daran befestigt und der Boden eingedrückt, wodurch die Erhöhung im Innern der Flasche und der Rand zum Stehen erzeugt wird (Fig. 73). Der Bläser sprengt die auf dem Nabeleisen sitzende Flasche durch Anlegen eines kalten Eisens von der Pfeife ab, schmelzt den scharfen Rand ab, legt einen Glasfaden um den Hals, und der Junge trägt die fertige Flasche am Nabeleisen zum Kühlofen, wo er sie durch einen harten Schlag vom Eisen trennt, daher der scharfe Bruch in der Vertiefung des Bodens; um dies zu vermeiden, wird jetzt meist die Flasche mit aufgeweichtem Boden in eine Form versenkt und stark hineingeblasen. Größere Hohlgläser, wie Schwefelsäure-Ballons, werden zum Theil durch Wasserdampf aufgetrieben, indem der Bläser Wasser einführt und die Pfeife schließt, bis die Größe des Ballons erreicht ist. Zu Glasröhren bläst der Arbeiter an der Pfeife eine dickwandige Hohlkugel; der Pfeife gegenüber klebt ein anderer Ar-

Fig. 72.



Fig. 71.

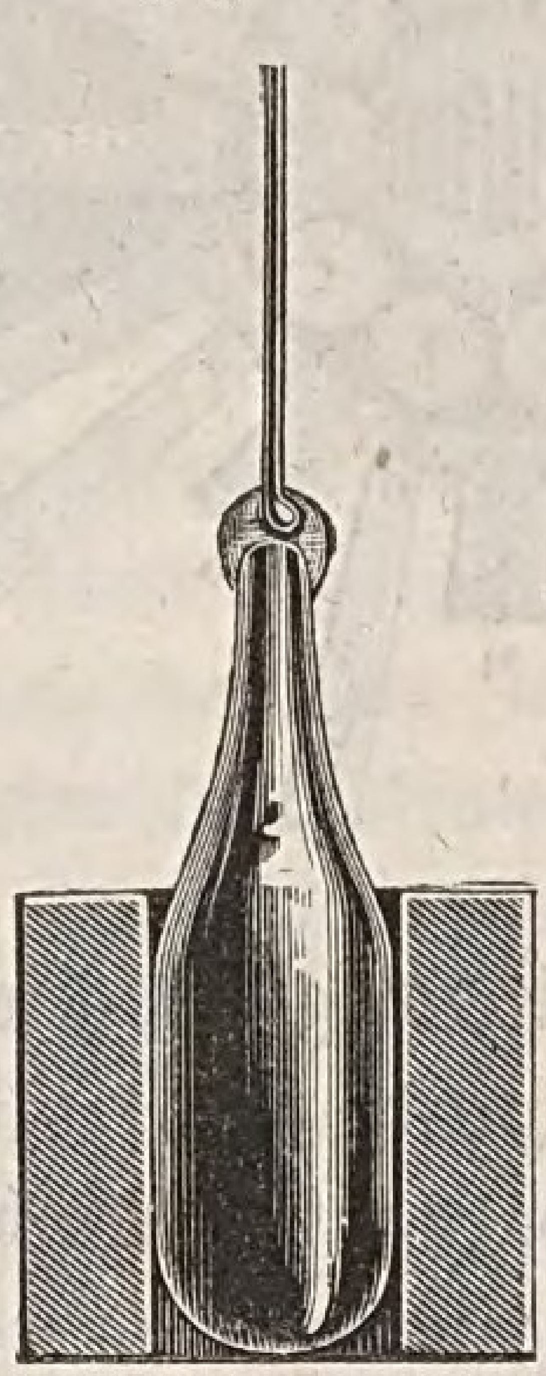


Fig. 73.



beiter das Nabeleisen fest an, und beide entfernen sich nun rasch von einander bis auf 50 bis 100 Fuß, wodurch sich das Glas zur Röhre auszieht; sie wird dann hingelegt und alle 5 bis 6 Fuß durch Anfassen mit einer kalten Zange in Stücke zersprengt.

Um Fensterglas, Glasscheiben, zu machen, bläst der Arbeiter weißes Glas 630
zu einer Form, wie in Fig. 74, deren Boden er durch Anwärmen und starkes Blasen öffnet. Die ungleichen Ränder dieser Oeffnung werden wieder aufgewärmt, mit der Scheere behandelt und durch rasches Drehen, Schwenken und Erweichen ein Cylinder, wie in Fig. 75, hervorgebracht; dieser wird dann von der Pfeife abgelöst, indem man in der richtigen Höhe (*cb*, Fig. 76) einen heißen Glasfaden um das erkaltete Glas, oder um das heiße einen kalten, gebogenen Eisenstab, das Sprengeisen, legt, wodurch die obere Wölbung scharf abspringt; darauf wird der Cylinder noch der Länge nach (parallel der Axe) gesprengt, und im Streckofen gestreckt. Fig. 77 stellt den Streckofen im senkrechten Durchschnitt dar, Fig. 78 im horizontalen. Der über dem Feuerraume gelegene Raum ist durch eine senkrechte Wand *b* in den Streckheerd *V* und in den Kühlofen *U* getheilt, die beide durch eine Oeffnung *II* in Verbindung stehen. Der Streckheerd erhält seine Hitze durch die im Boden befindlichen Züge *oooo*. Die aufgesprengten Cylinder gelangen durch einen Seitencanal *W* über zwei Schienen nach und nach in den Streckofen, so die Temperatur desselben allmälig annehmend; der dem Erweichen nahe Cylinder wird von einem vor dem Ofen stehenden Arbeiter mit einem eisernen Lineal aufgehoben, und, den Spalt nach oben gekehrt, auf die Streckplatte *abcd* (eine Platte aus Gußeisen oder gebranntem, ebengeschliffenem Thon) gelegt; dann wird die durch die Hitze von selbst sich öffnende Walze mit dem Lineal ausgeplattet und mit einem glatt polirten Eisen (oder einem

Fig. 74. Fig. 75. Fig. 76.

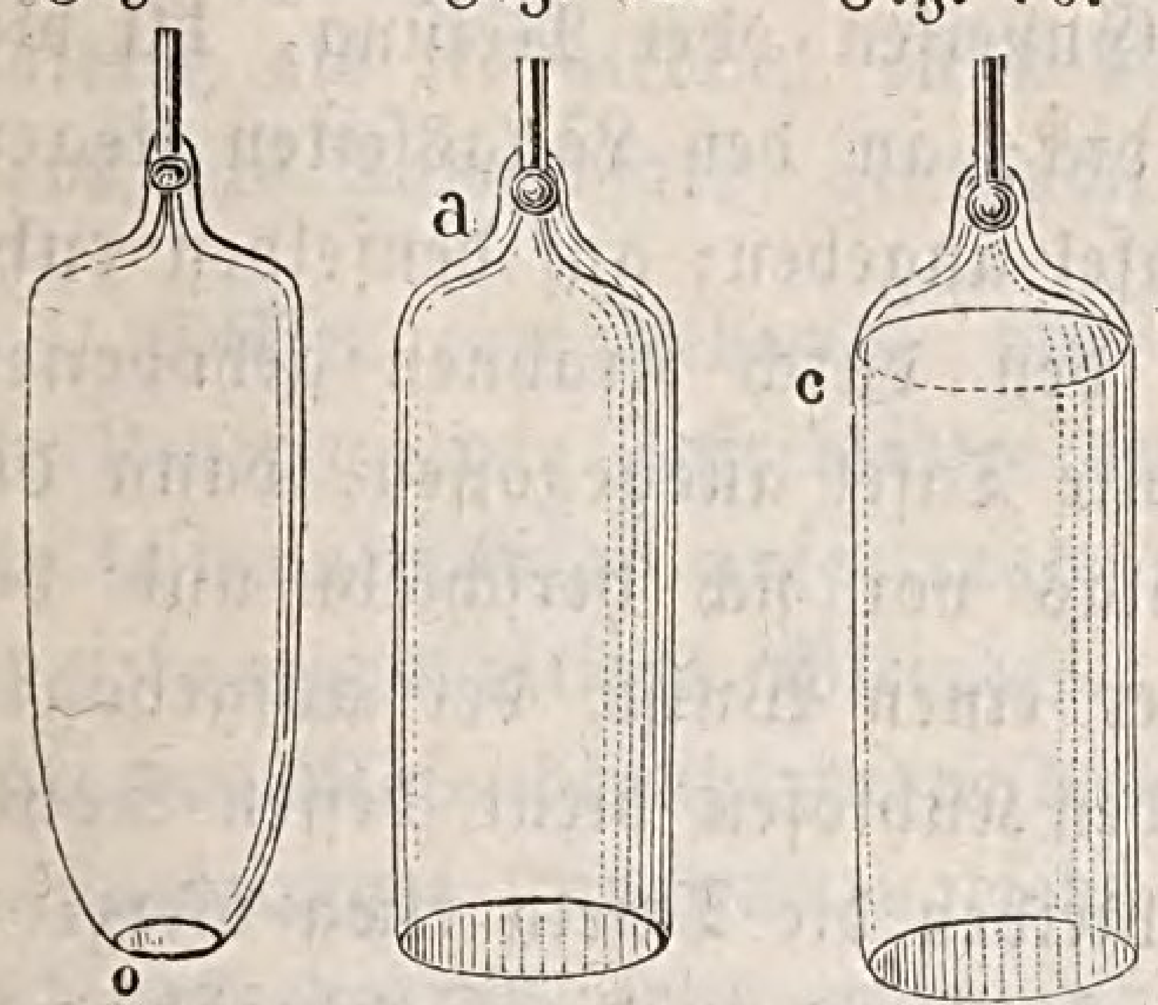


Fig. 77.

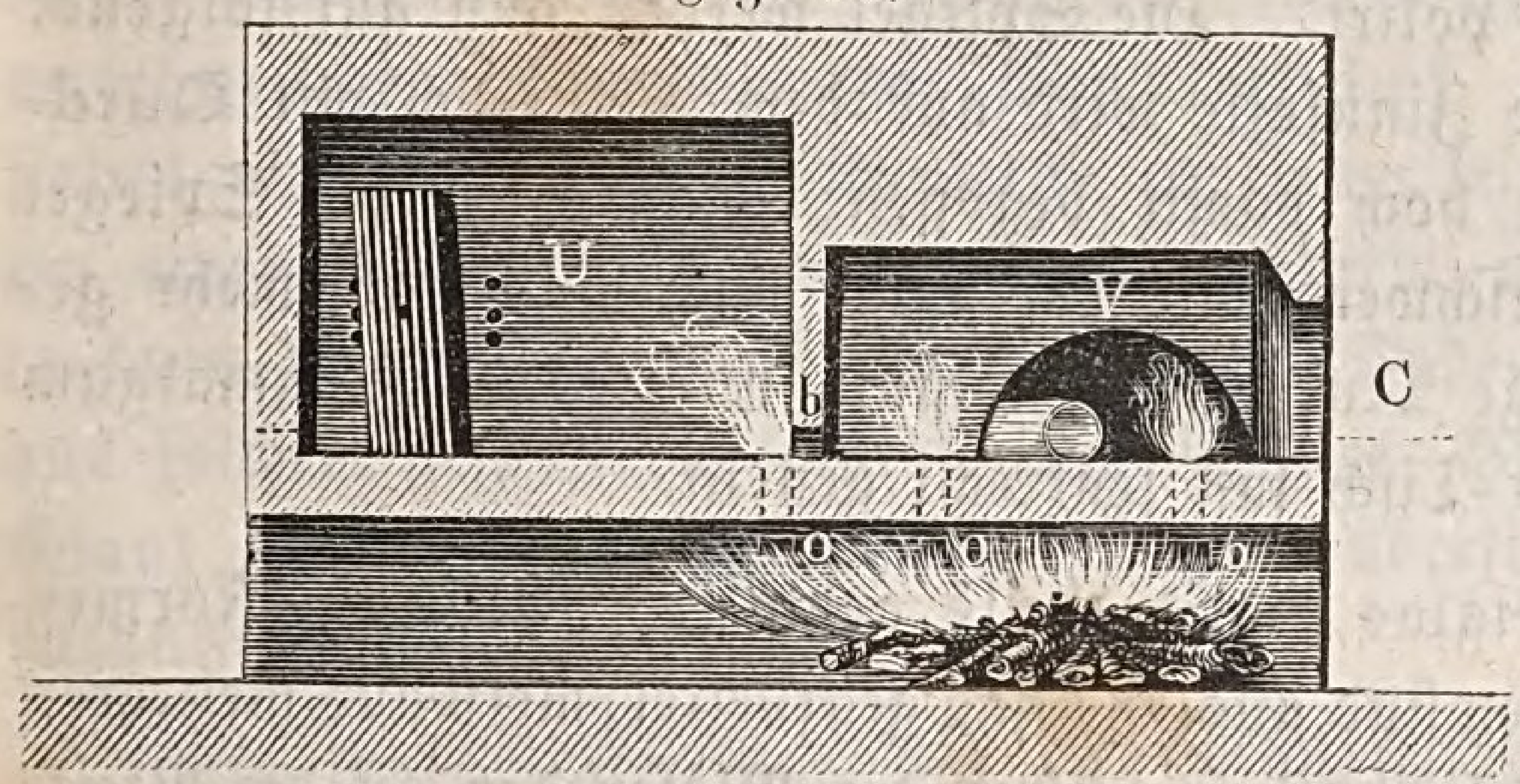
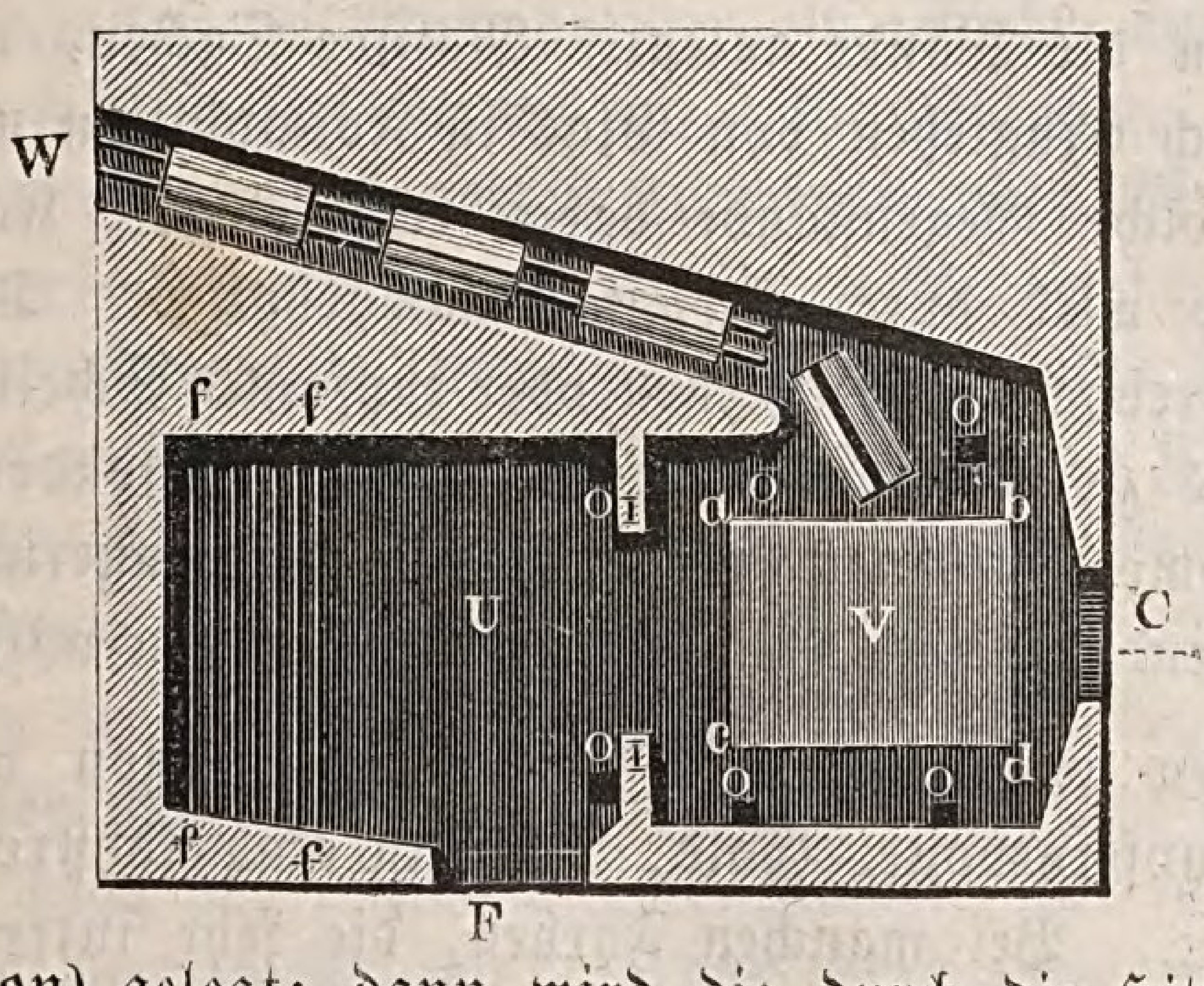


Fig. 78.



nassen Holz) ausgeglättet. Die nun fertige Scheibe wird in den Kühlofen geschoben durch die Oeffnung *II*, wo sie, wenn sie etwas erhärtet ist, von einem Arbeiter durch die Oeffnung *F* mit einem gabelförmigen Eisen aufgenommen und an Eisenstäbe *ff* gelehnt wird, bis der Ofen gefüllt ist, worauf man langsam erkalten läßt.

631 Größere Spiegel, Spiegelscheiben zu Laden ꝛc., werden gegossen. Das fertige Glas wird in große viereckige Tiegel, Wannen, geschöpft und diese wieder erhitzt. Die Gießtafel besteht aus Gußeisen oder Messing, 10 bis 12 Fuß lang bei halber Breite und $^1/_2$ Zoll dick; an den Längsseiten liegen Leisten, welche die Dicke der zu fertigenden Tafel angeben; auf denselben ruht eine schwere Walze. Das Glas wird aus den durch Krahnen gehobenen Wannen vor die Walze auf die vorher erwärmte Tafel ausgegossen, dann die Walze in Bewegung gesetzt, die nun das Glas vor sich herschiebt und die Glastafel bildet; das überflüssige Glas bildet einen Wulst, der aufgebogen wird und zum Anhalten beim Einschieben in den Kühlofen dient, dessen Sohle so hoch wie der Gießtisch ist. Im Kühlofen bleiben die Tafeln etwa vierzehn Tage. Die gekühlte Tafel wird vom Wulste befreit und in die Schleifbank, einen niedrigen Tisch, mit Gyps eingekittet, dann mit einer kleinern, in einen Kasten eingekitteten Glastafel geschliffen. Zuerst wird mit grobem und feinerm Sande und Wasser matt geschliffen, dann mit Smirgel glatt geschliffen, endlich mit Polirroth (Fe_2O_3) polirt. Die Spiegel werden nun auf folgende Art mit Zinnfolie belegt: Die Zinnfolie wird auf dem Belegtisch mit Quecksilber benetzt und einige Linien hoch damit begossen; dann wird der Spiegel eingeschoben, mit Gewichten beschwert und der Tisch nach und nach mehr geneigt, wodurch das überflüssige Quecksilber abläuft und das Zinnamalgam sich fest anlegt; zuletzt wird der Tisch fast senkrecht gestellt.

632 Das Krystallglas, Bleiglas, wird theils geblasen, theils in Formen geblasen und gepreßt; die Formen sind aus Messing gearbeitet, meist aus mehreren Stücken bestehend. In die geöffnete Form führt der Bläser den an der Pfeife hangenden hohlen Glasballon, und bläst, wenn die Form geschlossen ist, stark hinein, wodurch das Glas sich an die Wände anlegt. Massive Sachen, wie Teller, Salzfässer ꝛc., werden durch Eingießen von Glas in Formplatten und Pressen derselben angefertigt. Solche Gegenstände haben keine scharfe Kanten; sollen sie diese erhalten, so wird durch Schleifen nachgeholfen. Das Schleifen geschieht auf einer Art Drehbank mit eisernen oder kupfernen Scheiben durch Sand, Smirgel ꝛc. Glas zu optischen Gläsern wird in besonderen Oefen gemacht, wobei das geschmolzene Glas im Tiegel immer umgerührt wird, damit sich das zu Boden setzende schwere Bleiglas mit dem andern mischt.

633 Glas kann mit Metalloxyden gefärbt werden; so färben Antimon und Silber gelb, Eisenoxyd roth, Kupferoxydul, Gold, Mangan ammethystroth, Kupferoxyd grün, Kobalt blau ꝛc. Bei manchen Farben, die sehr intensiv färben, z. B. Kupferoxydul, wird ungefärbtes Glas mit einer rothen Glasschicht überzogen, Ueberfangglas; zu Scheiben, indem der Bläser etwas

rothes und viel weißes Glas an die Pfeife nimmt und daraus Cylinder bläst. Andere Gegenstände, als Trinkgläser, Pokale ꝛc. werden fertig geformt und dann ins gefärbte Glas gebracht; wo man farblose Verzierungen haben will, wird die farbige Schicht fortgeschliffen. Zur Glasmalerei dienen sehr leichtflüssige gefärbte Gläser (gewöhnlich aus Quarz, Bleioxyd, Wismuthoxyd und dem färbenden Oxyd), die in sehr zarten Pulvern mit Terpentinöl auf farbloses Glas getragen und eingeschmolzen werden; so die Schmalte, durch Kobaltoxydul blaugefärbtes Glas, die auch in den besten Sorten in der Oelmalerei, als Kobaltblau, dann aber auch zum Bläuen der Wäsche und des Papiers, als Anstrichfarbe gebraucht wird.

Gläser zum Ueberzug von Metallen heißen Schmelz oder Email, wie der Ueberzug der Zifferblätter der Uhren, worauf die Theilstriche und Ziffern mit schwarzem Glase aufgetragen und aufgeschmolzen werden; Email ist wesentlich zinnoxydhaltiges Bleiglas. Zu Lampenschirmen von weißem undurchsichtigen Glase benutzt man das Beinglas, Glas, dem 10 bis 20 Proc. weißgebrannte Knochen zugesetzt sind; das anfangs durchsichtige Glas wird während des Blasens milchweiß. Die Vergoldungen entstehen durch Einschmelzen von Goldpulver mit Borax. Die Stickperlen werden aus dünnen Glasröhren geschnitten, dann mit Kohlenpulver wieder zum Abschmelzen der scharfen Ränder geglüht. Unächte Perlen werden geblasen und dann von innen mit einem von den Schuppen des Weißfisches gewonnenen Ueberzuge versehen, den man dann mit Wachs befestigt. Wird das Ende eines Glasstabes vor der Lampe geschmolzen, zu einem feinen Faden ausgezogen, dieser um einen Haspel gelegt und gedreht, während man das Glas schmelzend hält, so kann man Glas zu einem sehr feinen Faden ausspinnen; man verfertigt aus solchem gesponnenen Glase Schellenzüge, Hüte ꝛc., die alle Gespinnste an Glanz, Farbenpracht und Dauerhaftigkeit übertreffen; auch Tapeten hat man daraus verfertigt. 634

Die Natronsalze sind fast alle in Wasser löslich, krystallisiren meist mit Krystallwasser und verwittern. Die Löthrohrflamme wird von den Perlen der Natronsalze im Platindrahte gelb gefärbt; auch Alkohol, den man mit einem Natronsalze mischt, brennt mit gelber Flamme. Mit Kieselfluorwasserstoffsäure geben sie einen durchscheinenden Niederschlag von Fluorkieselnatrium. Platinchlorid erzeugt keinen Niederschlag. Weinsteinsäure fällt nur sehr concentrirte Lösungen von reinem oder kohlensaurem Natron nach einiger Zeit in feinen Nadeln. Antimonsaures Kali (erhalten durch Verpuffen im rothglühenden Tiegel von 1 Thl. Antimonmetall mit 4 Thln. Salpeter, Auswaschen mit kaltem Wasser, Kochen mit 12 Thln. Wasser 2 bis 3 Stunden lang unter Ersetzen des verdampfenden Wassers, Filtriren) erzeugt in neutralen oder basischen concentrirten Lösungen der Natronsalze gleich einen Niederschlag von antimonsaurem Natron, der in verdünnten Lösungen sich besonders dort absetzt, wo man das Glas inwendig mit einem Glasstabe gerieben hat; saure Lösungen sind vorher mit KO zu neutralisiren. 635

III. Lithium, Lithium, L.

636 Das Lithium kommt in geringen Mengen als kieselsaures Lithion (Lithiumoxyd) in den Mineralien Spodumen und Petalit vor; ferner im Lithionglimmer, aus dem das Alkali Lithion meist dargestellt wird. Der Glimmer wird mit Kalk geglüht, dann mit Kalk gekocht und mit Schwefelsäure versetzt, wodurch schwefelsaurer Kalk gefällt wird. Aus der Flüssigkeit wird mit kohlensaurem Kalk die Thonerde entfernt, der Kalk wieder mit oxalsaurem Ammoniak. Dann Abdampfen zur Trockne, Glühen des Rückstandes, bestehend aus schwefelsaurem Lithion und schwefelsaurem Kali. Darauf wird mit essigsaurem Baryt versetzt, der schwefelsaure Baryt abfiltrirt, die zur Trockne abgedampfte Lösung geglüht (wodurch kohlensaures Lithion und kohlensaures Kali entstehen), mit Wasser ausgekocht und concentrirt; kohlensaures Lithion scheidet sich aus. Mittelst Aetzkalks wir aus dem kohlensauren Lithion Lithionhydrat, $LO + HO$, gewonnen, aus dem man durch die galvanische Säule das Lithiummetall erhält, dem Na ähnlich. Das Chlorlithium, LCl, erhält man durch Sättigung des kohlensauren Lithions mit HCl. Es ist leicht zerfließlich und löslich in Alkohol. Das kohlensaure Lithion, LO, CO_2, schmeckt schwach laugenhaft, ist sehr schwer löslich in Wasser; es färbt die Löthrohrflamme oder die Weingeistflamme schön roth. Das schwefelsaure Lithion, $LO, SO_3 + HO$, krystallisirt in glänzenden Tafeln.

Die Salze des Lithions sind meist in Wasser löslich; die Lösungen werden nicht von Weinsteinsäure und Platinchlorid gefällt. Die meisten Salze färben die Löthrohr- und Weingeistflamme purpurroth.

IV. Ammon, Ammonium, NH_4.

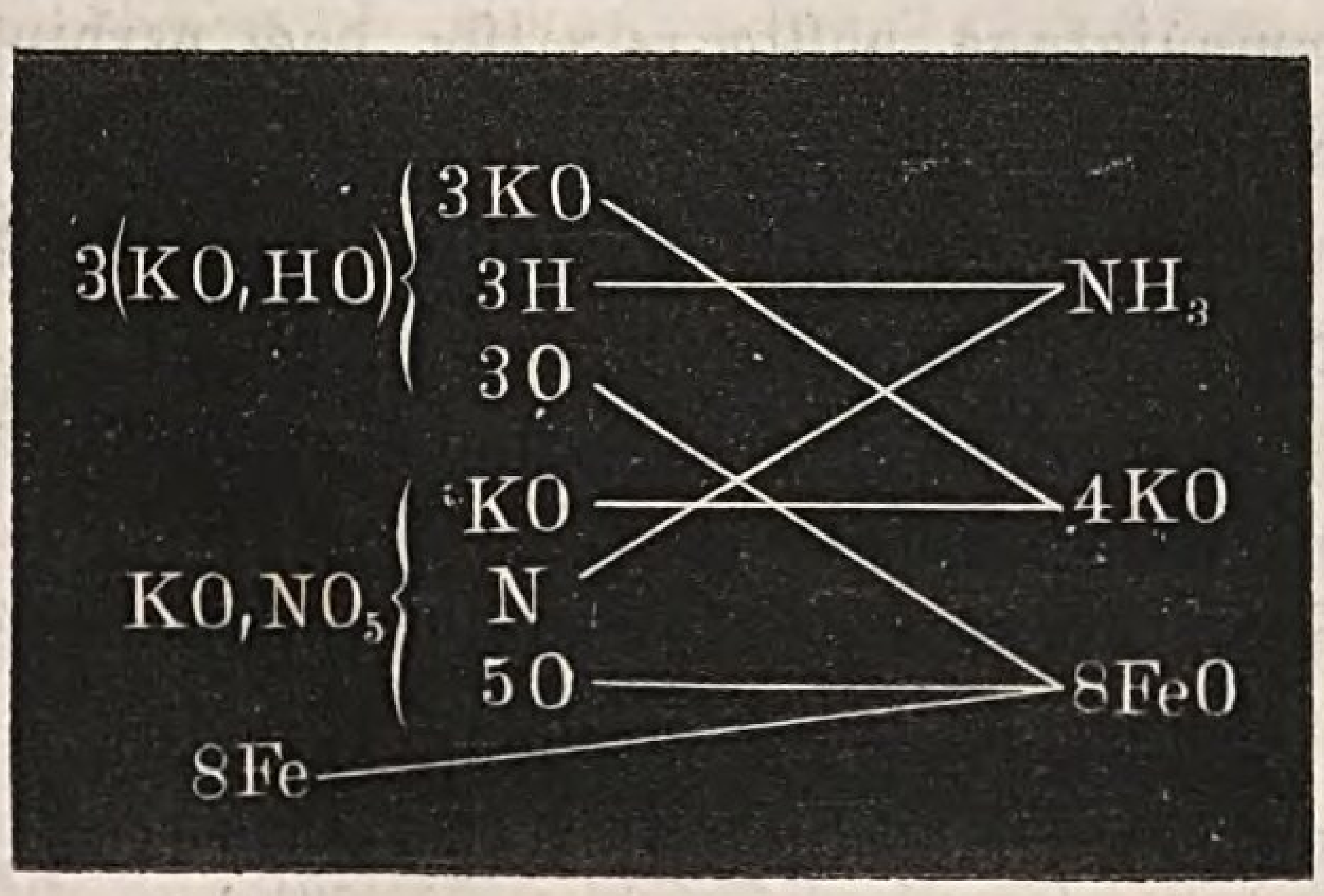
637 Es werden 100 Thle. Hg mit 1 bis 2 Thln. Na zu einem Amalgam vereinigt, indem man in einem Mörser dem Hg das Na in kleinen Stücken zusetzt und verreibt; bei jedem Zusatze entsteht eine Feuererscheinung; oder man schmilzt unter Steinöl im Reagenzrohr die beiden Metalle zusammen. Wird dieses Natriumamalgam in eine gesättigte Lösung von Salmiak gelegt, so schwillt es nach und nach sehr stark an, wird dick wie Butter und bleibt blank; macht man in einem Stück Salmiak eine Grube, feuchtet diese etwas an und legt einen Tropfen des Amalgams hinein, so sieht man es bald anschwellen und über die Grube hinauswachsen. Auf den Boden eines mit Aetzammoniak gefüllten kleinen Gläschens bringt man etwas Hg und taucht den negativen Polardraht (von Platin) einer galvanischen Säule (von 4 bis 6 Platinelementen) ins Quecksilber, während der positive Draht in das Aetzammoniak taucht bis auf geringe Entfernung vom Quecksilber. Auch in die-

sem Falle schwillt das Hg an und wird dick und teigig. Bringt man in eine Vertiefung eines Stücks Salmiaks, nachdem sie angefeuchtet ist, wie oben etwas Hg, berührt es mit dem negativen Polardraht, während der positive Draht den Salmiak durchbohrt bis nahe zum Quecksilber, so zeigt sich ebenfalls die Erscheinung des Anschwellens des Quecksilbers. Wird in den ersten Fällen das Metall entfernt, in den zweiten der Einwirkung der Säule entzogen, so sinkt es sehr bald zusammen und es bleibt nur das Natriumamalgam oder das Quecksilber übrig; dabei entwickelt sich viel Gas, das aus N und H besteht.

Von größerm Bestande ist die Verbindung, wenn man sie einer sehr starken Kälte (Aether und feste CO_2) aussetzt; dann wird sie hart, blaugrau. Sie ist leichter als Wasser, wenn sie gesättigt ist, und zersetzt sich an der Oberfläche mit Wärme- und Dampfentwickelung.

Diese Verbindung ist ein Amalgam von Hg und dem Radical aller 638
Ammoniakverbindungen, dem Ammonium, das kein einfacher Körper ist, sondern aus einem Atom des Stickstoffs und vier Atomen des Wasserstoffs besteht, und in allen seinen Verbindungen die Stelle eines Metalles vertritt und als Grundlage eines Alkalis anzusehen ist, da es mit den Metalloiden Verbindungen eingeht, ganz analog dem Na und dem K; es ist noch nicht isolirt dargestellt worden.

In eine reine und trockne Flasche werden Eisenfeilspähne gebracht, mit 639
etwas Wasser befeuchtet, und dann ein Stück rothes Lackmuspapier, durch den Kork festgehalten, hineingehängt; nach einiger Zeit findet man es blau. Werden 40 Thle. Eisenfeilspähne mit 1 Thl. Aetzkali und 1 Thl. Salpeter in einem Reagenzglase erhitzt, so entwickelt sich eine Gasart, die rothes Lackmuspapier bläut und den stechenden Geruch des Aetzammoniaks hat. In beiden Fällen hat sich Ammoniak gebildet, worin sich 1 Aequivalent Stickstoff mit 3 Aequivalenten Wasserstoff verbunden haben, also $= NH_3$, und das vermöge seiner basischen Eigenschaften rothes Lackmuspapier bläut, wie KO und NaO. In dem ersten Falle bildete sich diese Gasart aus dem Stickstoff der atmosphärischen Luft und dem Wasserstoff des durchs Eisen zersetzten Wassers; in dem zweiten Falle lieferte die Salpetersäure das Stickstoffgas, nach folgendem Schema:



Auch wenn Eisen oder Zink in verdünnter NO_5, HO gelöst werden, entsteht NH_3; man gießt zuerst etwas verdünnte SO_3, HO auf das Zink und dann verdünnte Salpetersäure, bis die Entwickelung des H aufhört; das Zink löst sich weiter und es entsteht NH_3. N und H, in dem Verhältniß zusammengebracht, wie sie im NH_3 enthalten sind, vereinigen sich nicht; es geschieht dies nur im statu nascendi. Es entwickelt sich auch, wenn stickstoffhaltige Körper der trocknen Destillation unterworfen werden; auch bei der Fäulniß.

640 In größerer Menge erhält man es durch Erhitzen eines Gemenges von gepulvertem Salmiak (Chlorammonium) mit gepulvertem ungelöschten Kalk in einem Kolben mit Entbindungsrohr; es wird über Quecksilber aufgefangen.

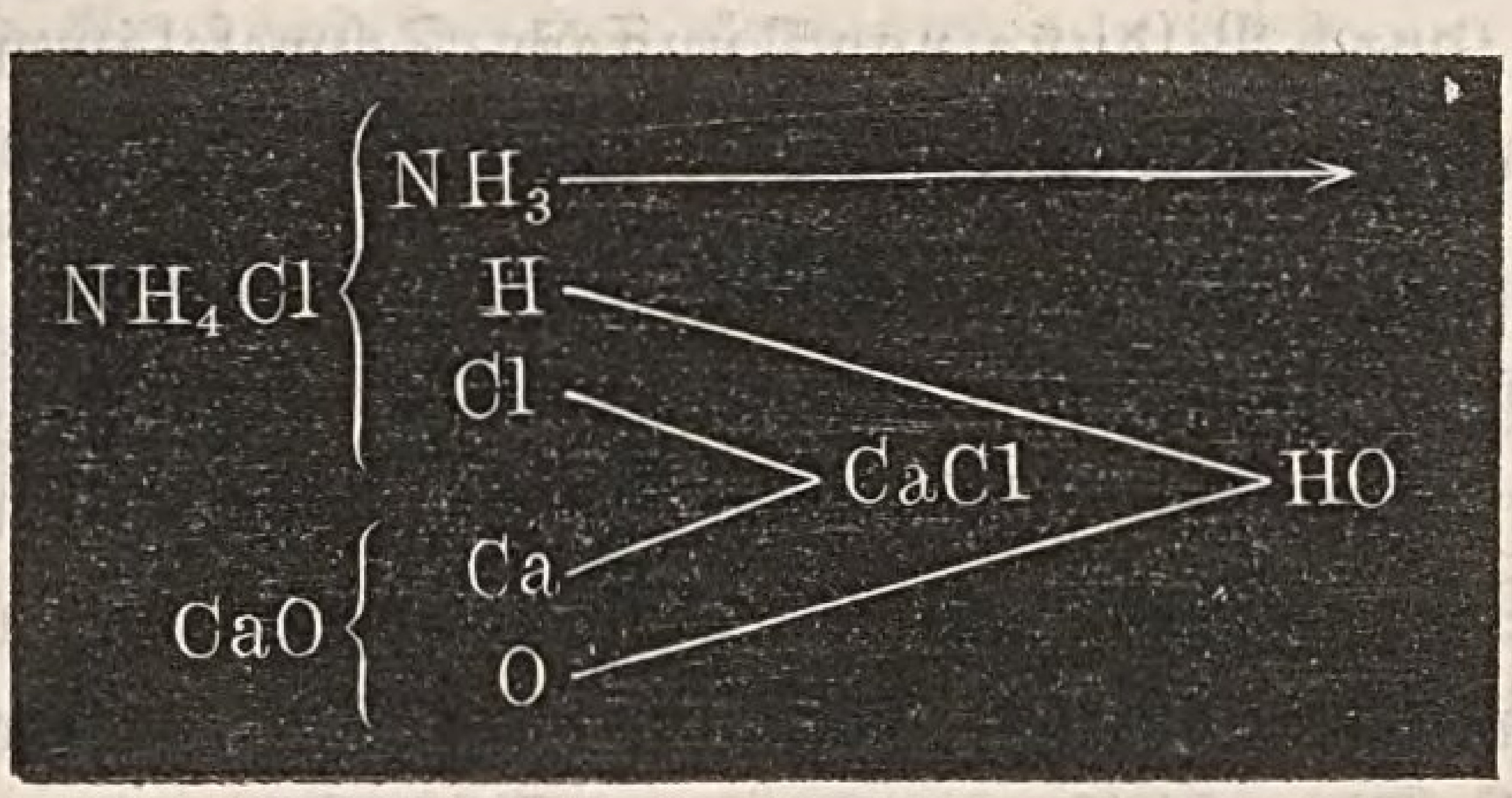
641 Es hat einen starken, stechenden Geruch; erstickt Thiere. Wird ein Wachslicht an einem Drahte in das Gas getaucht, so erlischt es mit großer, gelber Flamme. Es brennt nicht beim Ausströmen in atmosphärische Luft, wohl aber, wenn es durch eine feine Spitze in einen Ballon mit O strömt, mit kleiner, gelber Flamme. Sein specif. Gewicht ist = 0,59.

642 Läßt man durch Ammoniakgas in einer Eudiometerröhre elektrische Funken schlagen, so wächst das Volumen des Gases, bis es endlich den doppelten Raum einnimmt; es ist dann in N und H zerlegt. Ammoniakgas enthält also seine Bestandtheile zur Hälfte ihres Volums verdichtet. Ein Gemenge aus 1 Maaß NH_3 und $^3/_4$ Maaß O verbrennt mit Explosion, indem sich HO und N bilden.

643 Leitet man Ammoniakgas über Chlorsilber, bis es gesättigt ist (Chlorsilber absorbirt begierig Ammoniakgas), und trägt dies in eine, an einem Ende geschlossene, im rechten Winkel gebogene starke Glasröhre, zieht zur Spitze aus und schließt vor der Lampe, so geräth das ammoniakalische Chlorsilber, wenn man das Ende des Rohrs, worin es liegt, in bis auf 38° C. erwärmtes Wasser taucht, ins Sieden, indem es Ammoniak entwickelt; wird das andere Ende des Rohrs durch Eis abgekühlt, so condensirt sich das Ammoniak zur farblosen, leicht beweglichen Flüssigkeit; beim Erkalten absorbirt das Chlorsilber wieder das NH_3.

644 Wird der Versuch unter Nr. 463 mit Ammoniakgas wiederholt, so steigt das Wasser mit einer solchen Gewalt in das Probirglas, daß es zerschlagen wird, wenn das Ammoniakgas völlig rein ist; doch verhindert dies schon eine kleine Luftblase. Wasser absorbirt mit großer Begierde NH_3, bei 0° 670 Volumina, bei gewöhnlicher Temperatur 450 Volumina des Gases. Das Wasser nimmt den stechenden Geruch nach Ammoniak an und einen scharfen Geschmack. Diese Auflösung ist aber nicht einfach Ammoniak in Wasser gelöst, sondern Ammoniumoxydhydrat; 1 Aequivalent Ammoniak vereinigt sich mit 1 Aequivalent HO, so daß aus $NH_3 + HO$ die Verbindung entsteht $= NH_4O$, also Ammoniumoxyd, das sich nun mit Wasser zu einem Hydrate vereinigt. Man nennt die so entstehende Flüssigkeit **Aetzammoniak**, flüssiges kaustisches Ammoniak, Salmiakgeist, Salmiakspiritus.

Um es zu bereiten, löscht man 4 Thle. Aetzkalk mit $1^1/_2$ Thln. Wasser, 645
mischt mit 5 Thln. gepulvertem Salmiak und trägt dies Gemenge in einen Kolben oder Retorte (am besten mit Tubulus), und setzt dann noch so viel Wasser zu, daß beim Umschütteln Klumpen entstehen. Man legt ein Waschfläschchen vor mit wenig Wasser (siehe Fig. 16, Nr. 145), setzt ins Sandbad ein, leitet den absteigenden Schenkel des aus der Waschflasche sich erhebenden Rohrs in ein Glas, das 10 Thle. destillirten Wassers enthält und zur Abkühlung im kalten Wasser steht, bis fast auf den Boden, und erwärmt; die reichlich sich entwickelnden Gasblasen, obgleich beim Austritt aus dem Rohre groß, steigen gar nicht an die Oberfläche des Absorptionswassers, oder doch nur als kleine Perlen, so rasch absorbirt das Wasser das Gas. Wenn keine Gasblasen mehr kommen, öffnet man rasch den Tubulus, um das Zurücksteigen des Wassers zu verhüten, oder zieht den eintauchenden Schenkel des Rohrs zurück. Das erhaltene Aetzammoniak wird in Glasgefäßen mit eingeriebenem Glasstöpsel aufbewahrt. Das Aetzammoniak in der Waschflasche ist stark, aber unrein. Im Kolben bleibt Chlorcalcium, nach folgendem Schema:



Aetzammoniak hat in hohem Grade Geruch und Geschmack des Ammoniak- 646
gases; recht starkes zieht, auf die Zunge gebracht, Blasen. In offenen Gefäßen zieht es CO_2 an und Ammoniak verdunstet; ebenso kann das Ammoniak leicht durch Kochen verjagt werden.

Das Aetzammoniak wird in der Färberei gebraucht; zum Vertilgen von 647
Säureflecken (siehe Nr. 344); auch in der Medicin als Reizmittel (gegen Zahnschmerzen riecht man daran), um örtliche Entzündung auf der Haut zu bewirken.

Wird Kupferoxyd mit Aetzammoniak übergossen und etwas Salmiak zu- 648
gesetzt, so löst es sich darin mit schöner, lasurblauer Farbe zu Kupferoxyd-Ammoniak; Aetzammoniak löst Kupferoxyd und die Oxyde einiger anderen Metalle auf, kann also zum Blankmachen oxydirten Kupfers dienen.

Einer Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydul wird etwas Salpetersäure zugesetzt und gekocht; darauf viel Aetzammoniak; es fällt ein braunrother Niederschlag zu Boden von Eisenoxydhydrat; in diesem Falle löst Ammoniak das Eisenoxyd nicht, scheidet es vielmehr ab.

Oft sind sowohl die Niederschläge von Metalloxyden durch Ammoniak, als auch die Lösungen ausgezeichnet gefärbt, so daß sie zum Erkennen der Metalle dienen können; auch wird die Eigenschaft des Aetzammoniaks, einige

Metallsalze zu fällen, andere nicht, zur Trennung und Abscheidung von Metallsalzgemischen benutzt.

Verbindungen mit S.

649 Mit S vereinigt sich Ammonium in denselben Verhältnissen, wie das K und das Na. Man kann sie dadurch darstellen, daß man wasserfreies Schwefelkalium mit Salmiak mengt und gelinde erhitzt. Einfach-Schwefelammonium $= NH_4 S$ erhält man durch Vereinigung von wasserfreiem Ammoniakgas mit seinem halben Volum wasserfreiem Schwefelwasserstoffgas in farbloser, krystallinischer Verbindung von starkem Geruch, die sehr unbeständig ist.

Schwefelwasserstoff-Schwefelammonium, Hydrothion-Ammoniak, Schwefelammonium, $NH_4 S, HS$, Ammoniumsulfhydrat.

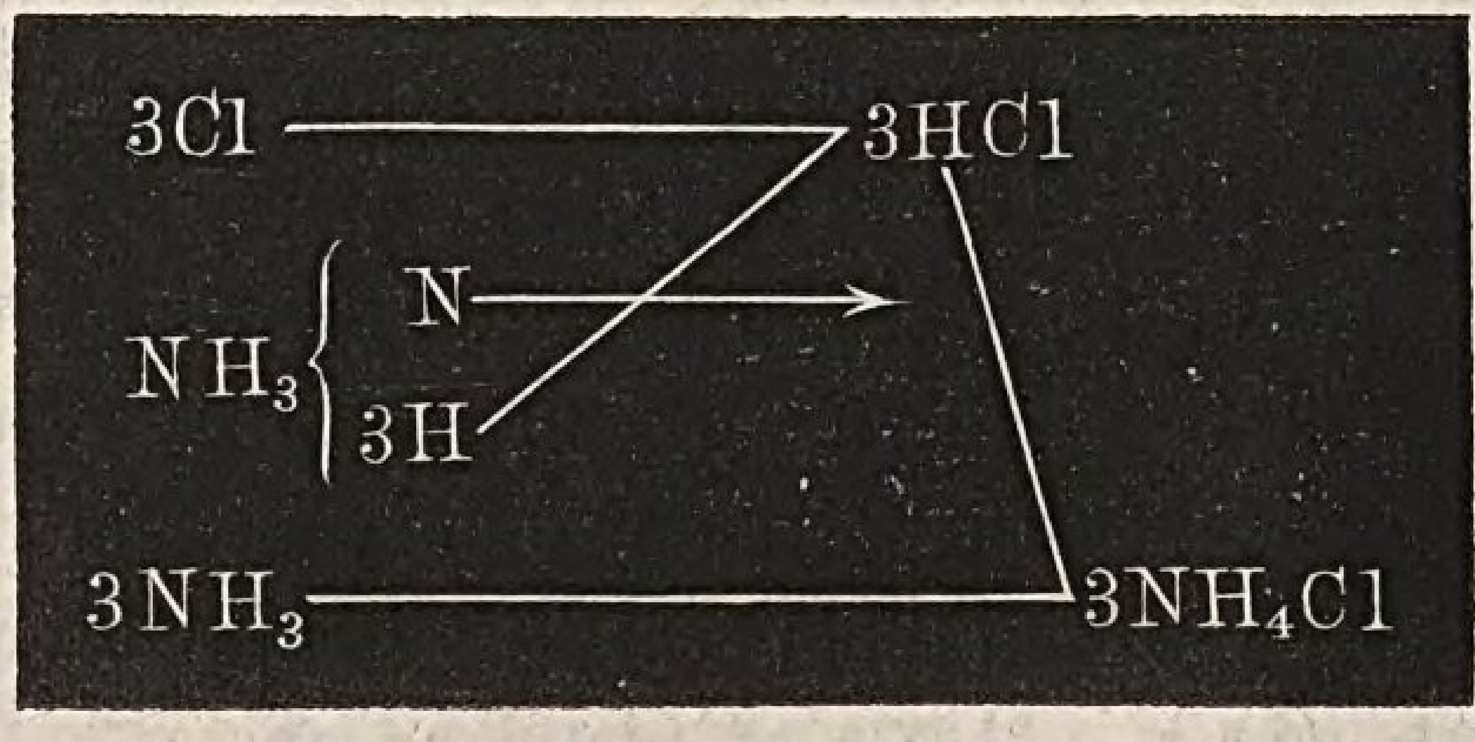
650 Leitet man durch Aetzammoniak in einem Gefäße so lange HS, bis es vollkommen gesättigt ist (bis Bittersalzlösung nicht mehr gefällt wird), so erhält man das Schwefelammonium als anfangs farblose, sich aber bald gelb färbende Flüssigkeit (durch Bildung von Fünffach-Schwefelammonium, $NH_4 S_5$). Es hat einen widerlichen Geruch.

651 Wird eine Lösung von Eisenvitriol mit HS versetzt, so entsteht keine Trübung oder Fällung; setzt man aber etwas KO oder Aetzammoniak zu, so entsteht ein Niederschlag von schwarzem Schwefeleisen; ebenso augenblicklich durch Zusatz von Schwefelammonium. Das Schwefelammonium bewirkt Niederschläge von Schwefelmetallen in manchen Metallsalzen, die durch HS nicht fällbar sind. Diese Eigenschaft macht das Schwefelammonium zu einem in der Chemie oft gebrauchten Reagenz. Es erzeugt sich in Düngergruben, überhaupt bei der Fäulniß von Thierstoffen.

Verbindungen mit den Halogenen.

Chlorammonium, Salmiak, NH_4, Cl.

652 Wird Cl in Aetzammoniak geleitet, so entsteht aus dem Cl und dem H des Ammoniaks HCl, der sich wieder mit dem freien Ammoniak zu Chlorammonium vereinigt, während N entweicht, nach folgendem Schema:



Dieser Versuch kann zur Entstehung von Chlorstickstoff Veranlassung geben, wenn nicht Ammoniak in Ueberschuß vorhanden ist (siehe Nr. 159). Der Versuch wird auch auf folgende Weise angestellt: Ein langes, an einem

Ende zugeschmolzenes Glasrohr wird zu $^{9}/_{10}$ mit Chlorwasser gefüllt und darauf Aetzammoniak gegossen; das so gefüllte Rohr verschließt man mit dem Finger und kehrt um. Das leichtere Aetzammoniak steigt in die Höhe, und es entwickeln sich sogleich Blasen von N; in der Lösung findet sich Salmiak.

Werden in einem Gefäße gleiche Volumina salzsaures Gas und Ammo- 653
niakgas zusammengebracht, so vereinigen sich die beiden Gase unter starker Erhitzung (weshalb Abkühlung anzuwenden); die Gase verschwinden und Salmiak setzt sich als weißes Pulver ab. Träufelt man in Aetzammoniak Salzsäure, bis der Ammoniakgeruch verschwindet, bis blaues Lackmuspapier nicht geröthet, rothes nicht gebläut wird, und dampft ab, so erhält man ebenfalls Salmiak in farblosen Krystallen.

Ein weites Reagenzrohr oder ein Kochfläschchen wird mit Hornspähnen 654
(beim Horndrechsler zu haben) etwa zur Hälfte gefüllt und dann so vorgerichtet und mit Vorlageflasche versehen 2c., wie in Nr. 229 beschrieben ist. Wird erhitzt, so entwickelt sich bald ein Gas, das wie Leuchtgas brennt. In der Vorlageflasche condensirt sich eine Flüssigkeit, die sich in einen braunen Theer und eine wässrige, nach Ammoniak riechende Flüssigkeit abscheidet (meist kohlensaures Ammoniak); filtrirt man, so bleibt der braune Theer auf dem Filter. Die abfiltrirte Flüssigkeit wird mit HCl neutralisirt und abgedampft. Man erhält bräunliche Krystalle von Salmiak, die man wieder löst, mit Thierkohle kocht und wieder krystallisirt, wodurch die Krystalle rein erhalten werden; oder man erhitzt die trocknen Krystalle gelinde auf dem Grunde einer trocknen Reagenzröhre; dann setzt sich sublimirter Salmiak als feiner Staub an den kalten Wänden ab.

Wie hier im Kleinen, geschieht die Fabrikation des Salmiaks im Großen. 655
Thierische Stoffe (Knochen, Horn, Hufe, Lederabfälle) werden in eisernen Cylindern geglüht und die Gase durch Fässer geleitet, in denen sich brenzliches Thieröl und kohlensaures Ammoniak absetzt. Die Flüssigkeiten werden abgelassen, das sich sammelnde Oel wird abgeschöpft, das ammoniakalische Wasser mit HCl neutralisirt, abgedampft und erhitzt bis zur anfangenden Verflüchtigung, wodurch die organischen Unreinlichkeiten zerstört werden; darauf wird mit Thierkohle gereinigt, wodurch man weiße Krystalle erhält. Diese werden mit heißem Wasser zu einem Brei angerührt, in Hutformen von Thon oder Zinn gepreßt, getrocknet und so in den Handel als Hüte gebracht. Meistens werden aber die gewonnenen Krystalle der Sublimation unterworfen; dies geschieht in eiförmigen Glasballons aus Sandkapellen in eigenen Oefen, oder auch in eisernen Kesseln mit irdenen Hauben. Die Ballons, zu $^{3}/_{4}$ gefüllt, müssen immer mit einem heißen Eisen offen gehalten werden, damit der Wasserdampf entweichen kann, der eine Explosion veranlassen könnte; nach der Arbeit werden die Ballons zerschlagen. Die gewonnenen Brode sind 20 bis 30 Pfund schwer, die englischen bis 50 Pfund und mehr; sie sind weiß, klingend. Die in den Cylindern nach dem Glühen der Thierabfälle zurückbleibende stickstoffhaltige Kohle wird als Thierkohle und zur Fabrikation von Blutlaugensalz, das entweichende Gas

zur Beleuchtung gebraucht. Es wird auch Salmiak gewonnen aus den ammoniakalischen Flüssigkeiten, die man bei der Bereitung des Leuchtgases aus Steinkohlen erhält; es wird in dieselben salzsaures Gas geleitet und dann wie vorher verfahren. Im faulenden Harn bildet sich durch Zersetzung des Harnstoffs kohlensaures Ammoniak, das mit H Cl neutralisirt und sublimirt wird. Auch aus schwefelsaurem Ammoniak gewinnt man Salmiak; die Lösungen von kohlensaurem Ammoniak leitet man durch eine Gypsschicht, wodurch kohlensaurer Kalk und schwefelsaures Ammoniak entsteht; dies wird entweder in Lösung mit Kochsalz behandelt, wodurch sich Glaubersalz und Salmiak bilden, oder in trockener Form mit Kochsalz der Sublimation unterworfen.

656 Chlorammonium krystallisirt in Octaëdern, in langen, biegsamen Nadeln, die bei der Krystallisation oder Sublimation sich so fest an einander legen, daß es schwer zu pulvern ist. Es schmeckt scharf, stechend salzig; löst sich in $2^1/_2$ Thln. kaltem und gleichen Theilen kochendem Wasser.

657 Wie wir bei der Bereitung gesehen haben, ist Salmiak sublimirbar; auf Platinblech über der Weingeistflamme erhitzt, muß er, wenn er rein ist, ohne eine Spur zu hinterlassen in weißen Dämpfen sich verflüchtigen.

658 Salmiak wurde sonst nur in Aegypten bereitet, in Ammonium, daher sein Name Salmiak (sal ammoniacum), und zwar aus dem Kameelmist, indem man denselben verbrannte und den Ruß in großen gläsernen Ballons sublimirte. Jetzt wird bei weitem der größte Theil des Salmiaks in Europa gemacht.

659 Wendet man bei dem Versuche unter Nr. 624 statt des Boraxes Salmiak an, so ist der Erfolg derselbe. Salzsäure, aus dem Chlor des Salmiaks sich bildend, löst das Metalloxyd und macht die mit Zinn zu überziehende Fläche blank. Daher seine Anwendung zum Löthen.

660 Salmiak findet sich auch fertig gebildet in vulkanischen Gegenden, in Krystallen, in kugeligen Massen und als Ueberzug.

661 Salmiak dient als Reagenz in der Chemie und zur Darstellung anderer Ammoniakverbindungen. Er wird in der Färberei angewandt, und giebt in der Medicin ein sehr geschätztes Arzneimittel ab.

Sauerstoffsalze des Ammoniums.

662 Das Ammoniak verbindet sich mit den wasserhaltigen Sauerstoffsäuren zu den Ammoniumoxydsalzen, die 1 Aeq. Wasser enthalten. Der Wasserstoff dieses Wassers geht zum H des Ammoniaks und der O oxydirt es zu Ammoniumoxyd. Dieses Aequivalent Wasser ist zum Bestehen dieser Salze erforderlich.

a. Anderthalb-kohlensaures Ammoniumoxyd; kohlensaures Ammoniak ($2\,NH_4O$, $3\,CO_2$).

663 In einen Kolben giebt man 1 Thl. zerriebenen Salmiak mit 2 Thln. gestoßener Kreide, CaO, CO_2, und erhitzt aus der Sandkapelle. Sobald sich am-

moniakalisch riechende Dämpfe zeigen, stürzt man eine Flasche so über den Kolben, daß die Oeffnungen sich decken; in diesem Glase setzt sich nun eine weiße Salzmasse in unregelmäßigen Krystallen, kohlensaures Ammoniak ab.

Der kohlensaure Kalk und der Salmiak zerlegen sich gegenseitig durch doppelte Wahlverwandtschaft, und im Kolben bleibt Chlorcalcium.

Das kohlensaure Ammoniak ist flüchtig, riecht nach Ammoniak, löst sich leicht in Wasser, woraus es krystallisirt.

Es wird im Großen ebenfalls durch Sublimation von Salmiak und Kreide aus gußeisernen Retorten gewonnen in irdenen, oder bleiernen Vorlagen. Das meiste kohlensaure Ammoniak wird, wie beim Salmiak angeführt, durch trockne Destillation von Thierstoffen gewonnen; in den Fässern, worin es condensirt wird, findet man es in trocknen Massen mit Thieröl vereinigt; es wird mit Knochenkohle der Sublimation unterworfen. Das unreine kohlensaure Ammoniak nennt man auch wohl Hirschhornsalz, weil es sonst besonders aus Hirschhorn gewonnen wurde; das sich bildende Oel heißt Hirschhornöl. Es wird auch aus verfaultem Harn gewonnen und aus dem ammoniakalischen Wasser der Gasfabriken. 664

Es verwandelt sich leicht in zweifach-kohlensaures Ammoniumoxyd durch Abdunsten von Ammoniak; durch Sättigen des anderthalb-kohlensauren Ammoniumoxyds mit CO_2 wird dies Salz auch erhalten. 665

Es wird in der Chemie zu Fällungen angewandt, indem es die meisten Metalloxyde fällt, wie NaO, CO_2. Ferner wird es zur Darstellung der anderen Ammoniaksalze gebraucht, auch als Heilmittel. 666

b. Schwefelsaures Ammoniumoxyd, NH_4O, SO_3, HO.

Dies Salz wird erhalten durch Neutralisation des kohlensauren Ammoniaks oder des Hirschhornsalzes durch Schwefelsäure. Es wird benutzt zur Darstellung von Salmiak, von Aetzammoniak und von kohlensaurem Ammoniak. 667

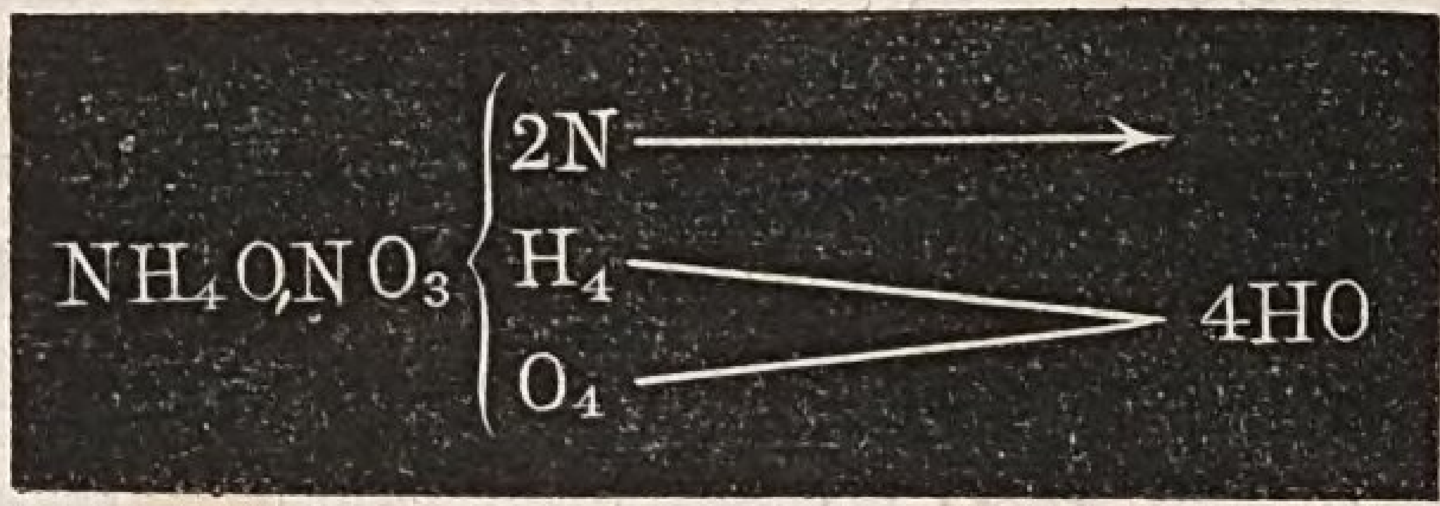
c. Salpetersaures Ammoniumoxyd, $NH_4O + NO_5$.

Aus NO_5 und $2\,NH_4O, 3\,CO_2$. Es zersetzt sich beim Schmelzen in Wasser und Stickoxydulgas (s. Nr. 314). Wird es auf glühende Kohlen gestreut, so verpufft es und sprüht mit röthlicher Flamme. 668

d. Salpetrigsaures Ammoniumoxyd, NH_4O, NO_3.

1 Thl. salpetersaures Bleioxyd (s. Nr. 292) wird in Wasser gelöst und mit $^3/_4$ Thln. dünngewalztem Blei (wie es zum Einpacken von Schnupftaback gebraucht wird) gekocht. Das Blei löst sich zu einer gelben Flüssigkeit, basisch salpetersaurem Bleioxyd. Diese wird mit schwefelsaurem Ammoniumoxyd gefällt, wodurch man schwefelsaures Bleioxyd als Niederschlag und salpetrigsaures Ammoniumoxyd als Auflösung erhält. Es kann auch erhalten werden durch Zersetzung von salpetrigsaurem Natron (aus salpetersaurem Na- 669

tron durch starkes Glühen) mit Salmiak. Wird die Lösung gekocht, so entwickelt sich reines Stickgas, nach folgendem Schema:



e. Phosphorsaures Ammoniumoxyd, NH_4O, PO_5.

670 Es wird erhalten durch Neutralisation der aus Knochen bereiteten PO_5 mit Ammoniak in vierseitigen Prismen. Dieses Salz ist in dem zu Löthrohrversuchen viel gebrauchten Phosphorsalz $(NaO, NH_4O, HO) PO_5 + 8 HO$ enthalten. Man stellt das Phosphorsalz auf folgende Art dar: Phosphorsaures Natron (durch Neutralisation des Natrons mit PO_5) wird mit 1 Thl. Salmiak in 2 Thln. Wasser zum Sieden erhitzt und erkalten gelassen; die Krystalle werden durch Umkrystallisiren von Kochsalz, das sich gebildet, gereinigt.

671 Wird es im Platinöhr vor der Löthrohrflamme erhitzt, so kocht es, bläht sich auf, giebt Ammoniak ab und es bleibt saures phosphorsaures Natron, das zu einer klaren Perle erstarrt. Es wirkt besonders durch die freie PO_5, die viele Stoffe löst; es nimmt alle Basen auf und bildet leicht schmelzbare Doppelsalze, die sich oft durch ihre Farbe auszeichnen, wie beim Borax. Besonders aus kieselsauren Verbindungen scheidet es die SiO_3 aus, die in dem geschmolzenen Glase als gelatinirende Masse liegt. Es kommt in dem Harn der fleischfressenden Thiere und des Menschen vor.

f. Oxalsaures Ammoniumoxyd, $NH_4O, C_2O_3 + HO$.

672 Oxalsäure wird in 10 Thln. Wasser gelöst und kohlensaures Ammoniumoxyd bis zur schwach alkalischen Reaction zugesetzt; man läßt einige Stunden stehen, filtrirt und krystallisirt. Es dient, wie die Oxalsäure, zur Fällung der Kalksalze und einiger Metalloxyde. Dieses Salz, wasserfrei, zersetzt sich in der Hitze in einen weißen, geruch- und geschmacklosen Körper, den man Oxamid genannt hat, $NH_2C_2O_2$. In erhöhter Temperatur (200° C.) und im verschlossenen Raume mit Wasser verwandelt das Oxamid sich wieder in oxalsaures Ammoniumoxyd.

g. Cyansaures Ammoniumoxyd, NH_4O, CyO.

673 Die Bereitung dieses Salzes und seine Umsetzung in Harnstoff haben wir schon bei der Cyansäure kennen gelernt.

---

674 Trocknes Ammoniakgas und trockne Sauerstoffsäuren vereinigen sich auch wohl mit einander; so 1 Vol. CO_2 mit 1 Vol. NH_3 zu $NH_3 + CO_2$, kohlensaurem Ammoniak; es löst sich leicht in Wasser, verwandelt sich aber

dann in kohlensaures Ammoniumoxyd. Man nennt diese Salze wohl Ammonsalze.

Es giebt auch noch Stickstoff-Wasserstoff-Verbindungen, worin 1 Aeq. H weniger enthalten ist, als im Ammoniak, also $= NH_2$; man nennt diese Verbindungen Amide. 675

Die Ammoniumoxydsalze und das Ammoniak sind alle in der Hitze flüchtig, mit Wasser bilden sie farblose Lösungen. Reibt man sie mit Aetzkalk und einigen Tropfen Wasser zusammen, so wird Ammoniak frei, das sich durch seinen Geruch und die Bläuung des rothen Lackmuspapiers zu erkennen giebt, und durch die Nebel, welche es um einen mit Salzsäure befeuchteten darüber gehaltenen Glasstab bildet. Platinchlorid erzeugt in den Lösungen der Ammoniumoxydsalze einen gelben Niederschlag von Ammonium-Platinchlorid. Weinsteinsäure erzeugt, im Ueberschuß zugesetzt, in kohlensaurem Ammoniumoxyd und Ammoniak einen weißen, krystallinischen Niederschlag von saurem weinsteinsauren Ammoniumoxyd; in anderen Salzen erfolgt nur ein schwacher oder gar kein Niederschlag. 676

Die Metalle K, Na, L und das Ammonium, das wir zu diesen rechnen müssen, obgleich es zusammengesetzt ist, nennt man Alkalimetalle. Ihre Oxyde sind farblos, löslich in Wasser, reagiren alkalisch und sind starke Basen. 677

Fragen und Aufgaben zu schriftlicher Ausarbeitung.

a. Angabe der übereinstimmenden und der unterscheidenden Merkmale des Kaliums und des Natriums. — b. Warum entzündet sich K auf kaltem Wasser, Na nicht? — c. Wie erklärt sich das Zerplatzen des nach der Verbrennung auf Wasser übrigbleibenden Kaliumkügelchens? — d. Wie das Umherfahren der Kalium- und Natriumkugel auf Wasser? — e. Woher entstehen die blauen Linien auf feuchtem rothen Lackmuspapier, wenn die Kalium- oder Natriumkugel darauf umherfährt? — f. Wie kann man die Entzündung des Natriums auch auf kaltem Wasser bewirken und wie erklärt sich dies Verhalten? — g. Warum findet man keines der Alkalimetalle frei in der Natur? — h. Warum können die Hydrate des KO und NaO nicht in Porzellangefäßen geschmolzen werden? — i. Wie verhalten sich KO, HO und NaO, HO zu organischen Körpern? — k. Wie verhalten sie sich, der atmosphärischen Luft ausgesetzt? — l. Wie kann man nachweisen, daß KO, HO und NaO, HO starke Basen sind? — m. Wie verhalten sich die Schwefelverbindungen des K und Na, der Einwirkung der freien Luft ausgesetzt? — n. Vergleichung des Chlorkaliums und des Chlornatriums! — o. Durch welche Eigenschaften unterscheiden sich die kohlensauren Salze des KO und des NaO? — p. Wie wird Pottasche gewonnen, wie Soda? —

q. Wodurch wird die Bildung des Salpeters in den Salpeterplantagen bewirkt? — r. Warum kann der Chilisalpeter nicht zur Pulverfabrikation benutzt werden? — s. Warum wird das Schießpulver gekörnt, und die Körner geschliffen? — t. Warum gradirt man schwache Soolen? — u. Auf welche verschiedene Arten gewinnt man Kochsalz? — v. Welches besondere Verhalten beobachtet man bei der Krystallisation des Glaubersalzes? — w. Warum verfährt man bei der Krystallisation des Boraxes mit so großer Vorsicht, vermeidet jede Erschütterung, hält die Lösung so lange warm? — x. Warum zieht man den octaëdrischen Borax dem gewöhnlichen, z. B. beim Löthen, vor? — y. Welche Eigenschaft des Boraxes macht ihn geschickt zum Löthen und zum Gebrauche bei Löthrohrversuchen? — z. Welche Art Glas ist am leichtflüssigsten? — aa. Warum dauert der Glasschmelzofen so kurze Zeit aus? — bb. Warum setzt man oft dem schmelzenden Glase Braunstein zu? — cc. Welchen Zweck hat der Kühlofen? — dd. Eigenschaften des Ammoniums! — ee. Aus welchen Gründen wird es als ein Alkali angesehen? — ff. Wie prüft man den Salmiak auf seine Reinheit? — gg. Warum ist der Salmiak so schwer zu pulvern? — hh. Zu Nr. 663 soll das den chemischen Prozeß erklärende Schema angegeben werden! — ii. Wie kann man leicht Ammoniumoxydsalze erkennen? — kk. Uebersichtliche Zusammenstellung des Verhaltens der Alkalien und ihrer Salze zu Weinsteinsäure und Platinchlorid!

V. Barium, Barium, Ba.

678 Das Bariummetall wurde von Davy durch Zersetzung aus dem Bariumoxyd, der Baryterde, mittelst einer starken Volta'schen Säule erhalten; er legte einen Teig von Baryterde auf Platinblech, das mit dem positiven Pole der Säule verbunden war; Hg, in einer Grube im Barytbrei ruhend, stand mit dem negativen Pol in Verbindung. Das Hg verband sich mit dem Ba zu einem festen Amalgam, das in einer mit H gefüllten Röhre durch Wärme zerlegt wurde.

Ba kann auch auf folgende Weise erhalten werden: Ein Platinschiffchen (oder ein aufgebogenes Stück Platinblech, das so eine Art Schälchen darstellt) mit trockner Baryterde gefüllt, legt man in einen Flintenlauf und nicht weit davon einige Stücke K und läßt trocknes H durchstreichen (man verbindet das eine Ende des Flintenlaufs mit einer Flasche, in der H sich entwickelt, das noch über Chlorcalcium streicht); dann wird zum starken Rothglühen erhitzt, wodurch sich das K in Dämpfe verwandelt, welche die Baryterde desoxydiren, indem KO entsteht; Hg zieht dann aus dem Gemisch von KO und Ba das letztere aus, ein Amalgam bildend, das man in einem Strome H zerlegt. Am leichtesten erhält man Ba, indem man Natriumamalgam (s. Nr. 637) mit einer gesättigten Lösung von Chlorbarium schüttelt; es entsteht dann Chlornatrium und Bariumamalgam, von dem man das Hg in einem Strome von H abdestilliren kann.

Das Ba ist glänzend und weiß wie Silber, etwas dehnbar. Bei Roth- 679
glühhitze schmilzt es. An der atmosphärischen Luft oxydirt es sich rasch. Wasser zerlegt es lebhaft. Es ist schwerer als Schwefelsäure, in der es zu Boden sinkt.

Verbindungen mit O.

a. Das Bariumoxyd, Baryt, Baryterde, BaO.

Fein gepulverter Schwerspath, natürlich vorkommender schwefelsaurer Baryt 680
(in der Apotheke zu erhalten), wird zu 4 Thln. mit 2 Thln. Mehl (auch 8 Thle. Schwerspath mit 1 Thl. Kohlenpulver und 2 Thln. Mehl oder Harzpulver) genau gemengt und in einem Tiegel stark, etwa $^3/_4$ Stunden lang, geglüht, wodurch der schwefelsaure Baryt zu Schwefelbarium reducirt wird, in dem das Mehl in der Hitze eine feinzertheilte Kohle abgiebt, welche reducirend wirkt. Die geglühte Masse (Schwefelbarium mit Kohle) wird mit Wasser ausgekocht, filtrirt, und Salpetersäure in kleinen Portionen zugesetzt, bis sich kein HS mehr entwickelt. Die Lösung von entstandenem salpetersauren Baryt wird zur Trockne abgedampft, und dann im bedeckten Porzellantiegel geglüht, indem man ihn in einen hessischen Tiegel einsetzt, und diesen in den Ofen bringt.

BaO ist von grauweißer Farbe, schwerer als irgend ein Oxyd der Alka- 681
lien, daher sein Name (von dem griechischen Worte barys, schwer). Es wirkt ätzend. Aus der atmosphärischen Luft zieht BaO Kohlensäure und Wasser begierig an, zu einem weißen Pulver zerfallend. Wird die Baryterde mit Wasser besprengt, so erhitzt sie sich (löscht sich) zu Baryterdehydrat, BaO, HO, Aetzbaryt. Wird gröblich gepulvertes BaO mit $^1/_9$ Wasser benetzt, so geräth es ins Glühen, indem BaO, HO entsteht. Mit dem vierfachen Wasser löst sich die Baryterde zu Barytlauge, die, heiß in ein Glas filtrirt, in Krystallen mit 7 Aeq. HO anschießt, BaO + 7 HO.

BaO, HO erhält man auch durch Zersetzung des salpetersauren Baryts 682
im hessischen Tiegel, den man mit einem Ueberzug von Schwerspath versehen hat. Der salpetersaure Baryt wird, mit gleichen Theilen Schwerspath gemengt, eingetragen, dann die Masse mit Schwerspath bedeckt und der bedeckte Tiegel im Ofen geglüht. Die ausgelaugte Masse liefert Barythydrat.

Aus der Schwefelbariumlösung, erhalten durch Glühen des Schwerspaths 683
mit Mehl, kann man unmittelbar Barythydrat gewinnen, indem man sie concentrirt, und mit feingepulverter Kupferasche, Kupferoxyd, Kupferhammerschlag kocht, bis die Flüssigkeit in Bleizuckerlösung keine dunkele Färbung (Schwefelbarium) mehr hervorbringt, sondern einen rein weißen Niederschlag; ungelöst bleibt Schwefelkupfer, CuS.

Noch heiß wird die Lösung in ein Glas mit Glasstöpsel filtrirt, wo sie Krystalle absetzt von BaO + 7 HO. Die Mutterlauge bildet Barytwasser, was in der Chemie viel gebraucht wird, besonders zur Entdeckung von CO_2, mit der es unlöslichen kohlensauren Baryt bildet.

684 Die Barytlauge schmeckt laugenhaft, scharf, und ist giftig. Die Krystalle, durchsichtige Prismen, schmelzen erhitzt in ihrem Krystallwasser und werden BaO, HO in Pulver.

b. Das Bariumsuperoxyd, BaO_2.

685 Wird wasserleerer Aetzbaryt im Porzellanrohr oder in einer Röhre aus schwer schmelzbarem Glase erhitzt und O darüber geleitet, so wird dieses absorbirt und es entsteht BaO_2 als graue Masse, die mit Wasser zum weißen Pulver zerfällt, Bariumsuperoxydhydrat. Leichter zu erhalten, indem man 1 Thl. BaO im Platintiegel zum schwachen Glühen erhitzt, und in kleinen Mengen 1 Thl. KO, ClO_5 daraufstreut; es entsteht BaO_2 und KCl, das mit Wasser zerfällt, indem sich das KCl löst und BaO_2 mit Wasser verbunden als weißes Pulver niederfällt, das ausgepreßt und an der Luft getrocknet wird. Wird BaO_2 mit salpetersaurem Zinnoxyd oder salpetersaurem Kupferoxyd in Lösung übergossen, so entsteht salpetersaurer Baryt und das Superoxyd des Metalls.

686 Es dient zur Bereitung des Wasserstoffsuperoxyds, HO_2, s. Nr. 61.

Das Hydrat des BaO_2 wird mit Kieselfluorwasserstoffsäure im kalt gehaltenen Gefäße übergossen; es entsteht unlösliches Kieselfluorbarium. Der freiwerdende O geht zum Wasser und oxydirt dieses höher. Die Flüssigkeit wird abfiltrirt und wieder über BaO_2 gegossen, und dies so oft wiederholt, bis eine concentrirte Lösung von HO_2 gewonnen ist; diese wird nun unter dem Recipienten der Luftpumpe über Schwefelsäure concentrirt. Die Flüssigkeit stellt dann eine syrupdicke, farblose Lösung vom specif. Gewicht = 1,45 dar. Auf die Haut gebracht, erzeugt sie gleich einen weißen Fleck, der nach einigen Stunden vergeht. Gekocht entwickelt sie O, ebenso, wenn man MnO_2 hineinwirft. Ein Tropfen auf HgO gebracht, reducirt das Oxyd mit Explosion zu Metall.

Verbindungen mit S.

Schwefelbarium, BaS.

687 In Nr. 680 wurde die Gewinnung des BaS aus Schwerspath durch Glühen mit Kohle (Mehl) mitgetheilt; die erhaltene graue Masse wird mit Wasser ausgekocht, filtrirt, und zur Krystallisation abgedampft. Man erhält es in farblosen oder etwas gelblich gefärbten Krystallen, die an der Luft den Geruch nach HS entwickeln. Die Lösung von BaS, mit S gekocht, oder Barytlauge mit S gekocht, liefern höhere Schwefelungsstufen des Bariums.

Von der Sonne beschienen, gewinnt es die Eigenschaft, im Finstern zu leuchten (Bologneser Leuchtstein). BaS wird benutzt zur Darstellung der anderen Barytpräparate.

Verbindungen mit den Halogenen.

Chlorbarium, BaCl + 2 HO.

688 Wird erhalten durch Sättigung des rohen Schwefelbariums (s. Nr. 680) mit Salzsäure, bis kein HS mehr sich entwickelt und die Lösung schwach sauer

reagirt; dann wird noch etwas Schwefelbarium zugesetzt bis zur schwach alkalischen Reaction (wodurch Eisensalze und andere Salze zersetzt werden), zur Trockne abgedampft, mit heißem Wasser ausgezogen und zur Krystallisation abgedampft. Man erhält es dann als flache, farblose Tafeln, die bitter, scharf salzig schmecken und unter Aufblähen zu einem weißen Pulver schmelzen. Chlorbarium wirkt giftig.

Es kann auch erhalten werden durch Glühen von 2 Thln. Schwerspath 689
mit 1 Thl. geglühtem Chlorcalcium; die Masse wird gepulvert und mit Wasser ausgekocht; es bleibt schwefelsaurer Kalk, Gyps ungelöst zurück.

Chlorbarium dient als sehr empfindliches Reagenz auf Schwefelsäure und 690
schwefelsaure Salze, wie wir schon mehrfach gesehen haben (s. Schwefelsäure). Es wird auch in der Medicin angewandt.

Sauerstoffsalze.

a. Schwefelsaurer Baryt, Schwerspath, BaO, SO_3.

Der schwefelsaure Baryt findet sich in der Natur krystallisirt in Tafeln 691
und Säulen, in derben und faserigen Massen, Schwerspath, vom specif. Gewicht = 4,5. Er wird bergmännisch gewonnen, gemahlen und wohl dem Bleiweiß zugesetzt. Er ist unlöslich in Wasser, und bildet sich immer, wenn Schwefelsäure oder schwefelsaure Salze in die Lösung eines Barytsalzes kommen, als weißes, geruch- und geschmackloses Pulver.

In großer Hitze ist Schwerspath schmelzbar, wird daher wohl als Zusatz zum Thon bei der Fabrikation des Steinguts gebraucht. Dient meist zur Bereitung der anderen Barytpräparate.

b. Salpetersaurer Baryt, BaO, NO_5.

Wird erhalten durch Neutralisation des Schwefelbariums oder des kohlen- 692
sauren Baryts mit Salpetersäure in farblosen Krystallen von kühlend scharfem Geschmack. Giebt ebenfalls ein Reagenz auf Schwefelsäure ab. Liefert geglüht Aetzbaryt.

c. Kohlensaurer Baryt, BaO, CO_2.

Zu einer Lösung von $BaCl$ wird so lange eine Lösung von kohlensaurem 693
Ammoniak gesetzt, als noch ein Niederschlag entsteht, und ausgewaschen. Oder man fällt eine heiße Lösung von Schwefelbarium mit einer Lösung von kohlensaurem Ammoniak, von KO, CO_2 oder von NaO, CO_2, so lange noch ein Niederschlag entsteht; dann wird gut ausgewaschen. BaO, CO_2 ist ein weißes, geruch- und geschmackloses Pulver, das in Wasser fast unlöslich ist. Es findet sich natürlich als Witherit, besonders in England, derb und krystallisirt. Wird zur Darstellung anderer Barytpräparate gebraucht, in England auch als Rattengift.

d. Chlorsaurer Baryt, $BaO, ClO_5 + HO$.

Wird bereitet durch Neutralisation des BaO, CO_2 mit Chlorsäure, und 694

bildet farblose Krystalle. Er färbt die Flamme grün, und wird daher in der Feuerwerkerei gebraucht. Mit brennbaren Körpern explodirt er.

---

695 Die Barytsalze werden durch Glühen zersetzt, ausgenommen Ba Cl. Kohlensaure Alkalien fällen die Barytsalze weiß (BaO, CO_2). Schwefelsäure und alle löslichen schwefelsauren Salze bewirken einen Niederschlag von BaO, SO_3. Kieselfluorwasserstoffsäure fällt einen farblosen, krystallinischen Satz von Kieselfluorbarium, dessen Entstehung durch Zusatz von Alkohol sehr befördert wird. Phosphorsaures NaO fällt phosphorsauren Baryt, und oxalsaures Ammoniumoxyd, oxalsauren Baryt, der in Salzsäure und Salpetersäure löslich ist. Die Barytsalze färben die Weingeistflamme gelblich; im Platinöhr geschmolzen färben sie (besonders BaCl) die Löthrohrflamme gelblichgrün.

VI. Das Strontium, Strontium, Sr.

696 Das Sr ist dem Barium sehr ähnlich und wird ebenso aus dem Strontiumoxyd erhalten.

Verbindungen mit O.

a. Das Strontiumoxyd, Strontian, SrO.

697 Strontian wird ganz so dargestellt, wie BaO durch Glühen des salpetersauren Strontians, das man aus dem in der Natur vorkommenden schwefelsauren Strontian, dem Cölestin, durch Glühen mit Mehl oder Kohle gewinnt.

SrO hat ein geringeres specif. Gewicht wie BaO, ist auch nicht giftig; leuchtet in der Löthrohrflamme mit blendendem Schein, ohne zu schmelzen. Mit Wasser erhitzt der Strontian sich und zerfällt zu weißem, pulverförmigem Hydrat, SrO, HO, das in Wasser gelöst krystallisirt.

Auch das SrO, HO wird ebenso dargestellt wie BaO, HO.

b. Das Strontiumsuperoxyd, SrO_2.

698 Es wird durch Versetzung des SrO, HO mit Wasserstoffsuperoxyd erhalten in kleinen Flittern.

Verbindungen mit S.

699 Das Schwefelstrontium, Sr S, wird ganz so dargestellt, wie das Ba S, dem es ganz ähnlich ist.

Verbindungen mit den Halogenen.

Chlorstrontium, Sr Cl + 6 HO.

700 Es wird erhalten wie das Chlorbarium durch Zersetzen des Schwefelstrontiums oder des kohlensauren Strontians mit H Cl in dünnen, an der Luft

zerfließlichen Nadeln. Chlorstrontium ist in Weingeist löslich, wogegen Chlorbarium darin fast unlöslich ist.

Wird der Docht der Weingeistlampe mit SrCl befeuchtet, so brennt er mit schöner, purpurrother Flamme.

Sauerstoffsalze.

a. Schwefelsaurer Strontian, SrO, SO_3.

Er kommt in der Natur vor unter dem Namen Cölestin als weiße oder schwach gefärbte Massen vom specif. Gewicht = 3,9, seltener als Schwerspath. Dient zur Darstellung der Strontianverbindungen. 701

b. Salpetersaurer Strontian, SrO, NO_5.

Durch Zersetzen des kohlensauren Strontians oder des SrS mit Salpetersäure wird er erhalten in wasserfreien Octaëdern. Er dient zum Rothfeuer (s. Nr. 578) und kommt daher im Handel vor. 702

c. Kohlensaurer Strontian, SrO, CO_2.

Er wird als weißes Pulver wie der BaS, CO_2 erhalten. Der SrO, CO_2 kommt in der Natur vor unter dem Namen Strontianit, benannt von seinem ersten Fundorte, Strontian in Schottland; daher auch der Name »Strontium«. 703

Die Strontiansalze verhalten sich analog den Barytsalzen. In Lösungen werden sie gefällt von Schwefelsäure und schwefelsauren Salzen; der Niederschlag ist ein weißes Pulver, SrO, SO_3, das in Wasser etwas löslich ist. Kohlensaures Ammoniak und kohlensaure Alkalien fällen SrO, CO_2. Kieselfluorwasserstoffsäure fällt die Strontiansalze nicht, wodurch sie sich von den Barytsalzen unterscheiden. 704

Oxalsaures Ammoniak schlägt ein weißes Pulver nieder, SrO, C_2O_3. Die Strontiansalze färben die Weingeist- und Löthrohrflamme purpurroth.

VII. Das Calcium, Calcium, Ca.

Das Calciummetall wird wie das Ba dargestellt. Es ist ein silberweißes Metall, das sich an der Luft mit weißer Kalkrinde überzieht, und erhitzt leicht an der Luft zu Kalkerde, Calciumoxyd, CaO, verbrennt. 705

Verbindungen mit O.

a. Calciumsuperoxyd, CaO_2.

Es wird erhalten durch Versetzen des Kalkwassers mit HO_2 in kleinen Krystallschüppchen. 706

b. Calciumoxyd, Kalk, Kalkerde, CaO.

707 Wird ein Stückchen Kreide (kohlensaurer Kalk) oder Kalkspath (krystallisirter kohlensaurer Kalk) auf der Kohle der Hitze der Löthrohrflamme einige Minuten lang ausgesetzt, dann auf ein Stück feuchtes rothes Lackmuspapier gelegt, so färbt es das Papier da, wo es liegt, blau; der kohlensaure Kalk hat also basische Eigenschaften angenommen, braust auch nicht mehr mit Säuren, wie vorher. Die CO_2 ist durch die Hitze vertrieben und der Kalk ätzend geworden, Aetzkalk, gebrannter Kalk. Kalk verliert schon durch bloßes Glühen seine CO_2.

708 Wird ein größeres Stück Kreide oder Kalkspath zwischen Kohlen ausgeglüht, dann mit Wasser besprengt, so schwillt es an, zerklüftet sich unter beträchtlichem Erhitzen und zerfällt endlich zu einem weißen, lockern, mild anzufühlenden Pulver von scharf laugenhaftem Geschmack; es ist nun Kalkhydrat, CaO, HO. Die Erhitzung ist eine Folge der chemischen Verbindung des Wassers mit dem Kalk, das aus dem tropfbaren in den festen Zustand übergeht und also Wärme freigiebt; diese wird am stärksten, wenn man den Kalk mit $^1/_2$ HO übergießt, und ist oft so stark, daß sie Schwefel entzündet und Wasser zum Sieden bringt.

An der Luft zerfällt der gebrannte Kalk von selbst zu einem feinen, weißen Pulver, indem er CO_2 und HO aus der Luft anzieht, und Kalkhydrat und kohlensaurer Kalk wird.

Wird dem Aetzkalk mehr Wasser zugesetzt, als zur Bildung von CaO, HO erforderlich ist, so entsteht der schlüpfrig anzufühlende Kalkbrei; noch mehr Wasser bildet Kalkmilch. Aetzkalk löst sich in 700 bis 1000 Thln. Wasser zu Kalkwasser, das von laugenhaftem Geschmack ist und rothes Lackmuspapier blau färbt; es trübt sich beim Erwärmen, weil warmes Wasser weniger Kalk löst; unter dem Recipienten der Luftpumpe neben concentrirter Schwefelsäure abgedunstet, setzt es kleine Nadeln von Kalkhydrat ab. An der Luft setzt Kalkwasser eine Haut von CaO, CO_2 ab, die zu Boden sinkt, bald durch eine andere sich ersetzt 2c., bis aller Kalk kohlensauer geworden ist, daher man Kalkwasser, dessen Wirkung als Reagenz auf CO_2 wir schon öfters gesehen haben, in gut verschlossenen Gefäßen halten muß.

709 Chemisch reinen Kalk erhält man durch heftiges Glühen von Marmor (körniger, kohlensaurer Kalk) im Tiegel. Oder man löst CaO, CO_2 in reiner Salzsäure, digerirt mit etwas Kalkhydrat (zum Ausfällen von fremden Oxyden, z. B. Fe_2O_3), filtrirt, dunstet zur Trockne ab und glüht; oder man fällt salpetersauren Kalk durch kohlensaures Ammoniak, wäscht sorgfältig aus, und glüht im Platintiegel.

710 Die größte Menge Kalk wird zum Bauen verwandt als Mörtel. Der gewöhnliche kohlensaure Kalk, gewöhnlich grau gefärbt, der im Flötzgebirge ganze Gebirgsstöcke bildet, wird in Schachtöfen gebrannt. Dies Kalkbrennen wird oft von den Landleuten als Nebengeschäft betrieben, wobei sie sich sehr einfacher Oefen bedienen, die einen großen Aufwand von Brennmaterial bedin-

gen. Ein solcher Ofen besteht aus einem senkrechten Schacht, aus Kalksteinen aufgebaut, der auf einem Drittel der Höhe sich etwas erweitert, an dem Abhange eines Hügels, so daß man leicht zur obern Oeffnung, der **Gicht**, gelangen kann; eine große Schüröffnung unten führt zur Feuerung; aus großen Kalksteinen bildet man ein Gewölbe über der Feuerung, worauf die übrigen Kalksteine geschichtet werden. Unter dem Gewölbe wird nun Holz verbrannt und das Ganze sehr allmälig zur Weißglühhitze erhitzt; man läßt dann erkalten und zieht den Kalkstein.

Gewöhnlich und vortheilhafter sind die Kalköfen auf einen unausgesetzten 711
Betrieb berechnet, in denen unten der **gahre Kalk** gezogen, und oben in die Gicht neuer zugesetzt wird; Fig. 79 stellt einen solchen Ofen im senkrechten Durchschnitt vor, Fig. 80 im horizontalen. *A* ist der Schacht; *i* sind Oeffnungen, die zu den drei Feuerungen *g g' g''* (in Fig. 80) führen; *e* ist eine Oeffnung zum Zuströmen der Luft; *g* ist der Aschenfall, *f* Aschenthür; *e* und *f* sind während des Brennens geschlossen. Die Flamme schlägt durch *c c'* in den Schacht *A*; durch *o o'* wird der gebrannte Kalk gezogen, der sich dann in dem Raume *B* abkühlt, aus dem der Kamin *l* die heiße Luft, die vom noch heißen Kalk aufsteigt, fortführt. *K* ist ein Canal zum Abziehen des gebrannten Kalks, durch eiserne Thüren geschlossen, deren natürlich drei vorhanden sind. Je nachdem der gahre Kalk durch die Oeffnungen *o o'* gezogen wird, sinkt die Füllung tiefer, der schon heiße Kalk gelangt zur Flamme, wird gahr gebrannt, sinkt, sobald gezogen wird, unter die Feuerung, kühlt sich ab, und wird gezogen, während oben nachgefüllt wird. Das Brennmaterial ist Holz, Torf oder Steinkohlen.

Fig. 79.

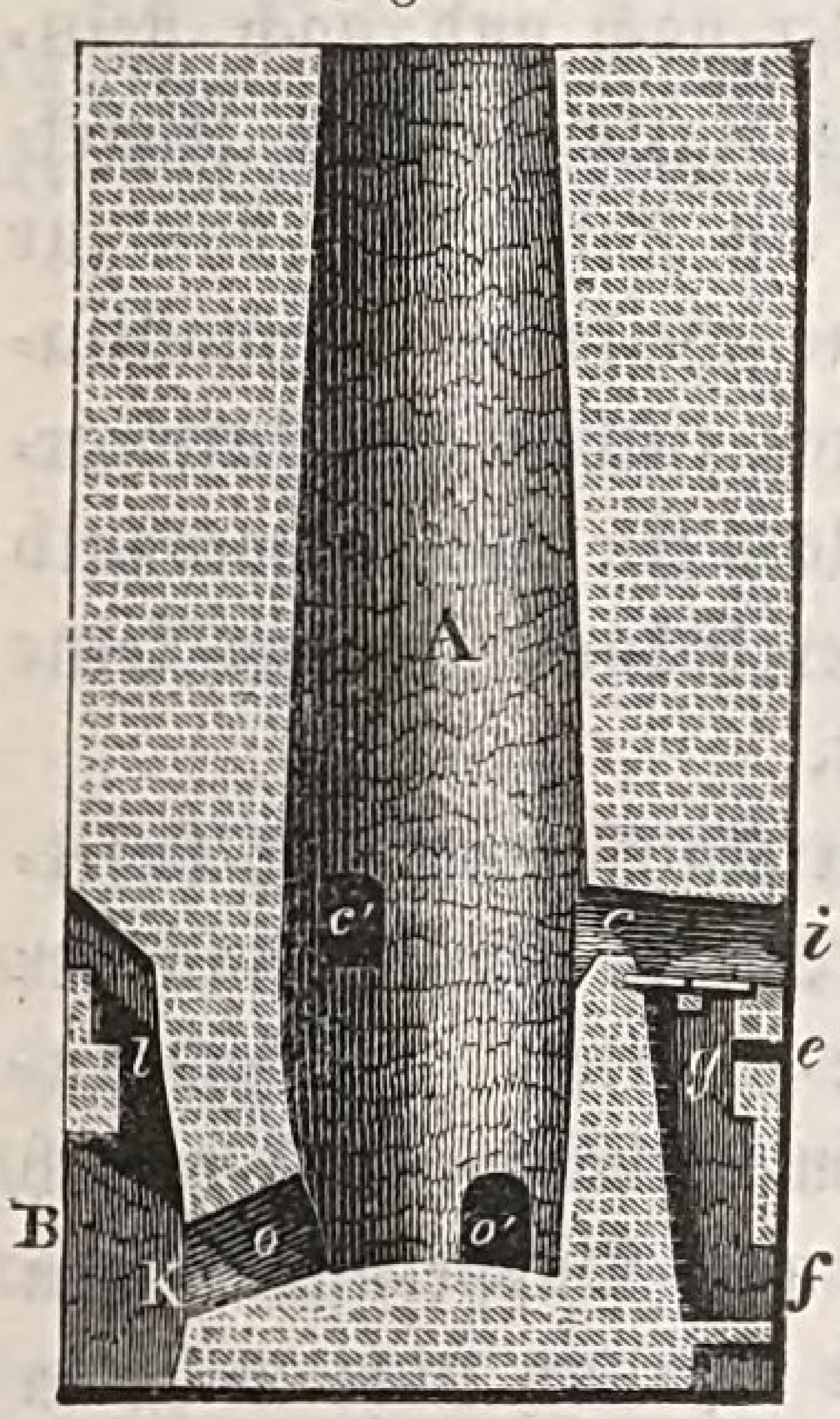
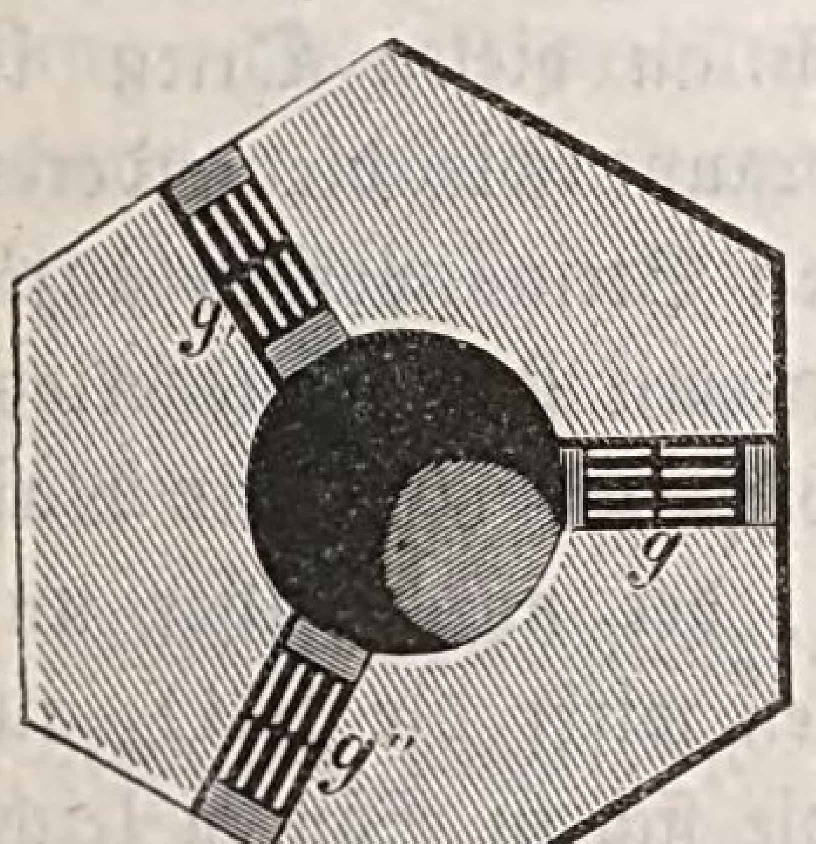


Fig. 80.



Manche Kalksteine enthalten viel kieselsaure Thonerde; diese müssen mit besonderer Vorsicht gebrannt werden, da zu große Hitze ein Zusammenbacken der Kalktheile verursacht, wodurch der Kalk nicht mehr zu löschen ist (todtgebrannter Kalk); reiner kohlensaurer Kalk, wie Marmor, brennt sich nie todt, und liefert die Hälfte seines Gewichtes an Aetzkalk. Die Kalksteine brennen sich leichter, wenn sie gleich nach dem Brechen in den Steinbrüchen gebrannt werden; sie enthalten dann noch Wasser, dessen dampfförmiges Entweichen die Entwickelung der CO_2 befördert. Außer aus dem CaO, CO_2 brennt man auch Kalk aus Austern- und Muschelschalen; sie liefern aber einen schlechten (magern) Kalk.

Zum Mörtel wird der Kalk in hölzernen Kasten mit Schütze gelöscht, in- 712
dem der Kalk mit Wasser übergossen wird, wobei das Wasser ins Sieden ge-

räth und der Kalk damit durchgearbeitet wird. Den Kalkbrei läßt man durch die Schütze in eine große Grube laufen (er wird eingesumpft), wo er sich noch besser löscht und fetter wird; auf die Oberfläche wird zum Schutz gegen die CO_2 der Luft einige Zoll Sand gelegt. Der Mörtel, wenn er zum Verkitten der Mauersteine zu Bauten über der Erde gebraucht wird, heißt Luftmörtel; wird er zu Bauten gebraucht, die der Berührung von Feuchtigkeit und Wasser ausgesetzt sind, so nennt man ihn Wassermörtel, hydraulischer Mörtel.

Der Luftmörtel ist ein inniges Gemenge von Kalkbrei mit Sand, Quarz. Kalkbrei ohne Zusatz von Sand erhärtet zwar, aber bindet nicht; der Sand bewirkt eine größere Adhäsion zwischen der Steinfläche und dem Kalk, indem die Sandkörner mit Kalk umgeben und so die Kalkschichten verdünnt werden. Der Kalk zieht CO_2 an und wird zu CaO, CO_2, der nach und nach steinhart wird. Doch bildet sich auch durch den Einfluß des Kalks auf die Kieselerde des Sandes in geringer Menge auf nassem Wege ein Kalksilicat, das zur Erhärtung etwas beitragen mag. Auch mag wohl eine theilweise Krystallisation des Kalks der Bindung förderlich sein. Im Ganzen enthält der Luftmörtel die Kieselsäure in dem unlöslichen Zustande, also als a Kieselsäure, weshalb auch beim Auflösen von festgewordenem Mörtel in einer Säure sich gar keine oder nur sehr wenige Kieselsäure als Gallerte abscheidet.

Der Wassermörtel ist ein inniges Gemenge von Kalkhydrat und kieselsaurer Thonerde mit etwas Alkali, Eisen 2c., das, mit Wasser gemischt, an der Luft rasch, unter Wasser langsam zur steinartigen Masse erhärtet. Der hydraulische Mörtel enthält lösliche b Kieselsäure, und beim Erhärten bildet sich unter Wasseraufnahme wasserhaltiger kieselsaurer Kalk, auch Doppelsilicate von Thonerde, Eisenoxyd und Alkalien, Verbindungen, die sich nun nicht mehr in Wasser lösen, wohl aber in Säuren unter Abscheidung von gelatinirender Kieselsäure. Natürliche hydraulische Kalksteine finden sich an vielen Orten in Frankreich, England, Deutschland 2c. Sie werden gebrannt wie die anderen Kalksteine, erfordern aber weniger Hitze. Die gebrannten Steine werden unter Stampfen gepulvert, oder gemahlen, dann gesiebt, und in mit Papier ausgeklebten Tonnen gepackt versandt. Der hydraulische Kalk löscht sich nicht mit Wasser, sondern bildet damit einen rasch erhärtenden Brei, der nur Wasser und CO_2 langsam anzieht, ohne zu zerfallen. Beim Brennen wirkt die SiO_3 auf den Kalk so ein, daß eine lockere Verbindung entsteht, die sich in Säuren leicht zersetzt zu dicker Kieselgallerte.

Künstlichen hydraulischen Kalk macht man durch Vermischen eines passenden Silicats mit Kalk; namentlich dient zum Zuschlag Puzzolane, eine graugelbliche Erde vulkanischen Ursprungs, die bei Neapel und Rom, bei Puteoli gefunden wird; auch Traß wird als Zuschlag genommen, eine graue Erde, die, ebenfalls vulkanischen Ursprungs, besonders im Brohlthal bei Neuwied mächtige Bänke bildet. Man nennt solche Zuschläge zum Kalk Cemente; sie werden nicht gebrannt, sondern bloß auf Mühlen gemahlen. Thone, als Zuschläge gebraucht, müssen erst durch Brennen aufgeschlossen werden. Kalkmergel, mit

Thon gemengt und mit Wasser gemahlen, dann zu Steinen geformt und gebrannt, darauf wieder gemahlen, dient auch als hydraulischer Kalk. Sehr guter hydraulischer Kalk ist der römische Cement, Roman-Cement, in England, aus Knollen von Mergelkalk, die sich besonders an der Südküste von England finden, dargestellt; die Knollen werden gebrannt und gemahlen. Der hydraulische Kalk wird meist beim Bauen mit Sand gemengt.

Außer zum Mörtel wird der Kalk auch zum Seifensieden gebraucht, zur 713
Bleicherei; in der Gerberei, wo er das Enthaaren der Felle bewirkt; in der Färberei; zum Reinigen der Leuchtgase, zum Düngen der Felder, wo er besonders das Aufschließen anderer Steine, namentlich der Silicate, bewirkt, auch die organischen Ueberreste von Pflanzen schnell zerlegt. Kalkverbindungen sind im Pflanzen- und Thierreiche sehr verbreitet; die Asche der Pflanzen enthält Kalksalze, die Eierschalen, die Schalen der Austern und Muscheln, die Knochen der Thiere ꝛc. bestehen aus Kalksalzen.

Verbindungen mit S.

Schwefelcalcium, CaS.

Wird schwefelsaurer Kalk, Gyps, mit Mehl geglüht, so erhält man Ein- 714
fach-Schwefelcalcium, CaS, mit Kohle gemengt, das, mit Wasser behandelt, sich zersetzt; ist dann eine schwärzlich graue Masse von hepatischem Geruch, die mit verdünnten Säuren HS entwickelt. CaS wird rein erhalten als gelbliche, erdige Masse, wenn man Kalk in einem Strome von HS, oder entwässerten Gyps in einem Strome von H glüht. Kocht man Kalkmilch lange mit viel Schwefelpulver, so erhält man Fünffach-Schwefelcalcium, CaS_5, in Lösung, die mit verdünnten Säuren HS entbindet und Schwefelmilch absetzt. Kocht man nicht so lange, filtrirt heiß, so scheiden sich aus der gelben Lösung rothgelbe Krystalle von Zweifach-Schwefelcalcium, CaS_2; wir haben diese Verbindung schon kennen gelernt bei der Darstellung des Wasserstoffsupersulfids (s. Nr. 108).

Glüht man Kalkhydrat mit gleich viel S, oder 2 Thle. Kreide mit 1 Thl. S im bedeckten Tiegel, so erhält man Kalkschwefelleber, ein Gemenge von Schwefelcalcium mit schwefelsaurem Kalk, als graugelbes Pulver, das mit Säuren HS entwickelt.

Wird in Kalkbrei unter Umrühren HS geleitet, bis die Masse eine blau- 715
graue Färbung angenommen hat, so erhält man Schwefelwasserstoff-Schwefelcalcium, CaS, HS, in Lösung. Trägt man von dieser Masse in der Dicke eines Messerrückens auf eine haarige Fläche (etwa auf den Arm), läßt etwa zwei Minuten darauf und schabt dann mit einem stumpfen Messer die Masse weg, so sind alle Haare auf der Fläche entfernt. CaS, HS ist ein Bestandtheil des Rhusma, eines Mittels zum Entfernen des Haares, dessen sich die Türken bedienen.

Verbindungen mit den Halogenen.

a. Chlorcalcium, CaCl.

716 In verdünnte HCl wird Kreide in Stückchen eingetragen, so lange noch ein Brausen von entweichender CO_2 stattfindet; die filtrirte Lösung, bis zur Syrupsconsistenz eingedampft, setzt große, spießige, bitterlich schmeckende Krystalle an mit 6 At. HO, also CaCl + 6 HO, die herausgenommen, schnell mit Fließpapier getrocknet und in Gläsern mit Glasstöpseln aufbewahrt werden, da sie sehr rasch Feuchtigkeit anziehen. Dampft man die Lösung noch weiter ab bei einer Wärme, die 145° C. nicht übersteigt, unter beständigem Umrühren, sobald die Masse anfängt trocken zu werden, so erhält man das Salz in einem krystallinischen Pulver = CaCl + 2 HO. Wird noch weiter erhitzt, so bekommt man das Salz in weißer, wasserleerer Masse, die bei Rothglühhitze schmilzt. Das geschmolzene CaCl wird ausgegossen, die erstarrte Masse rasch in Stücke gebrochen und in Flaschen mit Glasstöpsel aufbewahrt.

717 Werden 3 Thle. CaCl + 2 HO mit 2 Thln. trocknem Schnee gemengt, am besten in einem Holzgefäße, das in einem anderen, mit Schnee und Kochsalz gefüllten Gefäße steht, so sinkt die Temperatur auf — 45° C.; stellt man ein Röhrchen mit etwas Quecksilber hinein, so wird es fest, es gefriert. Gut thut man, eine zweite Mischung bereit zu halten, in die man das Röhrchen bringt, wenn in der ersten das Hg noch nicht zum Gefrieren kommen sollte. Will man zu diesem Versuche sich des wasserleeren CaCl bedienen, so muß es, fein gepulvert, durch ein Flortuch in den Schnee (halb so viel) gesiebt werden; es nimmt dann die durch die Hitze ausgetriebenen 2 At. Wasser wieder auf. Ohne diese Vorsicht entsteht bei der Vermengung mit Schnee anfangs Wärme, da das Salz Wasser bindet. Die Kälte entsteht dadurch, daß beim Uebergang des CaCl und des Schnees in den flüssigen Zustand viel Wärme gebunden wird.

718 Das wasserleere oder geschmolzene CaCl dient zum Austrocknen von Gasarten, wie wir es schon oft gebraucht haben (Chlorcalciumrohr), auch wohl zum Entwässern des Alkohols, indem man das Salz mit starkem Weingeist befeuchtet und dann $^2/_3$ der aufgegossenen Flüssigkeit abdestillirt. Auf diese Art wird es oft zum Entwässern flüchtiger organischer Verbindungen gebraucht.

719 Man kann auch CaCl gewinnen aus den Rückständen der Bereitung des Aetzammoniaks oder des kohlensauren Ammoniaks, indem man mit HCl neutralisirt. Es findet sich auch im Meerwasser und in Salzsoolen; auf Salinen gewinnt man es aus der Mutterlauge, indem man das Chlormagnesium mit kohlensaurem Kalk zersetzt; es fällt kohlensaure Magnesia als weißes Pulver zu Boden und CaCl bleibt in Lösung.

720 In der Chemie wird es ähnlich wie BaCl gebraucht. Um es rein darzustellen, wird die Lösung von CaCl mit Kalkmilch versetzt und in der Wärme gelassen. Dann wird die filtrirte Flüssigkeit mit kohlensaurem Ammoniak versetzt, wodurch CaO, CO_2 fällt, der ausgewaschen und in verdünnter HCl gelöst wird.

Wird das geschmolzene $CaCl$ einige Minuten dem Sonnenlichte ausgesetzt, so leuchtet es im Dunkeln (Homberg's Phosphor).

b. Fluorcalcium, CaF.

Fluorcalcium, Flußspath, findet sich in der Natur gewöhnlich in Würfeln krystallisirt, von den mannigfaltigsten Farben. Das Pulver, erhitzt, leuchtet im Dunkeln, oft mit schönem Lichtschein. Vor dem Löthrohr schmilzt es leicht, die Flamme roth färbend. Mit Soda auf dem Platinblech schmilzt Flußspath leicht zur klaren Perle, die beim Erkalten unklar wird. Mit Schwefelsäure entwickelt Flußspath Fluorwasserstoffsäure (s. Nr. 488), mit Quarzpulver und Schwefelsäure Kieselfluorwasserstoffsäure (s. Nr. 496). Flußspath wird auch als Flußmittel beim Ausschmelzen von Erzen gebraucht. Es findet sich auch im Brunnen- und Meerwasser, daher auch in den Knochen und dem Blute der Thiere. 721

Sauerstoffsalze.

a. Kohlensaurer Kalk, CaO, CO_2.

Wie wir schon gesehen haben, wird CaO, CO_2 zum Brennen des Aetzkalks gebraucht. Er macht einen Hauptbestandtheil der Erdoberfläche aus und findet sich in den mannigfaltigsten Krystallformen, die sich auf zwei Hauptformen zurückführen lassen, auf das Rhomboëder und auf das gerade Prisma; im ersten Falle heißt er Kalkspath, im zweiten Arragonit; CaO, CO_2 ist also dimorph. Als Kalkspath findet er sich besonders schön in Island, isländischer Doppelspath, in der Optik bekannt durch die Doppelbrechung des Lichtstrahls, die er bewirkt. Außerdem kommt er körnig, dicht, erdig vor. Der körnige Kalk heißt Marmor, Urkalk, und wird meist zu Bildhauerarbeiten benutzt; er ist von den verschiedensten Farben; der dichte Kalkstein, meist von grauer Farbe, liefert Baustein und wird meistens zum Brennen des Aetzkalks benutzt. Der erdige Kalk, Kreide, wird zum Schreiben benutzt, zum Putzen von Metallen, zum Anstrich (Weißen, Kälken der Zimmerwände), zum Grundiren des Holzes, wenn es vergoldet werden soll. Kohlensaurer Kalk kommt auch neben Thon und Sand im Mergel vor, der auf die Felder gestreut wird, wenn denselben der Kalk fehlt, der manchen Pflanzen unentbehrlich ist. Er kommt auch in der Bedeckung vieler niedrigen Thiere vor, den Korallen, den Austerschalen, Schneckengehäusen 2c. 722

CaO, CO_2 ist wenig in reinem Wasser löslich, mehr in kohlensäurehaltigem Wasser, daher findet er sich gelöst in vielen Quellwassern, die, wenn die CO_2 verfliegt, ihren Kalk absetzen und so andere Körper mit Kalk überziehen, (Incrustationen). Auf diese Art bildet sich in Höhlen der Tropfstein, die Stalaktiten, die als Kegel von der Decke und den Wänden herabhängen, und als Stalagmiten auch vom Boden aufwachsen, durch kalkhaltiges Wasser, das durch die Ritzen herabträufelt und seinen Kalk nach und nach absetzt. Auf dieselbe Art entsteht der Kesselstein in den Wasser- und Dampfkesseln (mit Gyps). 723

Wasser, die viel CaO,CO_2 enthalten, heißen harte Wasser, die wenig CaO,CO_2 enthalten, weiche.

724 Ein dichter Kalkstein von meist gelber Farbe, der in Tafeln bricht, wird als lithographischer Stein benutzt; die Steine werden als rechtwinklige Platten fein abgeschliffen. Die Zeichnung oder Schrift wird entweder dadurch hervorgebracht, daß man mit der lithographischen Kreide (bereitet aus Wachs, Seife, Ruß, in Stangen), oder mit der lithographischen Dinte (aus Wachs, Schellack, Talg, Ruß) und Feder auf den Stein schreibt, zeichnet. Der Stein wird dann mit sehr verdünnter Salpetersäure behandelt, wodurch die aufgetragene Zeichnung fester wird; die nicht beschriebenen Stellen werden mit Gummiwasser getränkt, wodurch diese keine Schwärze annehmen. Auf die Zeichnung wird dann die Druckerschwärze mit Walzen aufgetragen und mittelst der Presse die Zeichnung auf feuchtes Papier gedruckt. Die Zeichnung wird auch wohl in den Stein eingegraben und die vertieften Linien mit dünner Druckerschwärze ausgefüllt; oder man überzieht den Stein mit Aetzgrund, gravirt die Zeichnung ein bis auf den Stein und ätzt mit Salzsäure, die den CaO,CO_2 löst; nach Entfernung des Aetzgrundes durch Terpentin wird dann wie vorher verfahren.

b. Schwefelsaurer Kalk, CaO,SO_3 und $CaO,SO_3 + 2HO$, Gyps.

725 In eine Lösung von Chlorcalcium wird Schwefelsäure geträufelt; es entsteht ein weißer Niederschlag von schwefelsaurem Kalk, Gyps, in der Lösung bleibt verdünnte HCl, wenn man genau allen Kalk ausfällte; dieser weiße Niederschlag, oder der Gyps, den wir von früheren Arbeiten als Rückstand noch haben, z. B. von der Bereitung der PO_5, wird ausgewaschen, getrocknet und in einem eisernen Topfe erhitzt, wobei das Pulver sich wie siedendes Wasser in eine wallende Bewegung setzt, verursacht durch das Wasser, welches der Gyps verliert. Sobald diese Bewegung aufhört, ist der Gyps gebrannt, gahr. Wird von diesem gebrannten Gyps etwas mit Wasser zu einem nicht zu steifen Brei angerührt und auf eine Münze gegossen, die man mit einem Rande von Papier, etwa 6 Linien hoch, umgeben hat, so erstarrt der Brei unter Erwärmung bald zu einer harten Masse, die nach Wegnahme der Münze einen vertieften Abdruck der Präge zeigt. Soll die Münze gut losgehen, so verreibe man etwas Oel auf der Oberfläche, und bepinsele sie mit dünnem Gypsbrei, wodurch die Masse besser in alle Vertiefungen dringt. Wird dieser vertiefte Abdruck mit Oel bestrichen und als Form zu einem zweiten Abdruck gebraucht, so erhält man einen erhöhten Abdruck der Münze. Das Festwerden des Gypses erklärt sich dadurch, daß er sein Krystallwasser wieder aufnimmt und sich chemisch damit verbindet, weshalb auch die Erwärmung eintritt.

726 Der schwefelsaure Kalk kommt theils wasserfrei vor, als Anhydrit, in weißen, rechtwinkligen Säulen, oder derb, theils mit 2 At. Wasser, als Gypsspath, Marienglas und Alabaster; der Gypsspath ist blättrig krystallisirt, der Alabaster körnig, weiß, röthlich, geadert. Dann findet sich der Gyps auch derb

als Gypsstein, gemeiner Gyps. Der Alabaster dient zur Anfertigung von Vasen, Uhrgehäusen, Tischplatten ꝛc.

Der Gypsstein wird entweder in Oefen gebrannt, in denen die großen Stücke Feuergassen bilden und mit Reisig gefeuert wird, oder in Backöfen, die vorher mit Holz angewärmt werden, oder auch in Meilern, mit Holz geschichtet. Der gebrannte Gyps wird fein gemahlen und in gut vor Nässe geschützte Fässer gepackt. Das Brennen muß mit großer Vorsicht geschehen, da zu große Hitze den Gyps todt brennt, worauf er nicht mehr Wasser bindet.

Sehr viel Gyps wird zum Gießen von Statuen und anderen Kunstgegen- 727
ständen verwandt, wobei die Formen aus mehreren Stücken bestehen, in die der Gyps gegossen wird. Gyps, der zu den sogenannten Stuccaturarbeiten, zur Bekleidung von Mauern und Säulen ꝛc. gebraucht wird, mengt man mit Leimwasser an, wodurch er langsamer gesteht; durch Zusatz von Pigmenten, Metalloxyden, wird der Stuck gefärbt. Zur Nachahmung von Marmor werden verschieden gefärbte Partien Gyps zweckmäßig unter einander gemengt, die erhärtete Masse wird mit Wasser und Bimsstein geebnet, dann mit einer dünnen Lage von stärker gebranntem Gyps überzogen und erst durch Trippel, dann mit Baumöl mittelst feiner Leinwandballen polirt. Man wendet zur Anfertigung von Statuen ꝛc. einen mit Alaun (schwefelsaure Kalithonerde) versetzten Gypsbrei an, der eine schöne, etwas durchscheinende, viel härtere Masse liefert; der gebrannte Gyps wird sechs Stunden lang in eine Alaunbrühe gelegt, getrocknet, wieder gebrannt, gemahlen und wie gewöhnlicher Gyps behandelt; er erhärtet viel langsamer, aber wird viel fester und ist gut zu poliren; solcher Gyps leidet nicht durch die Witterung. Gyps dient auch zu Mörtel, namentlich zum Weißen der Wände; wird auch als Dünger auf die Felder gebracht.

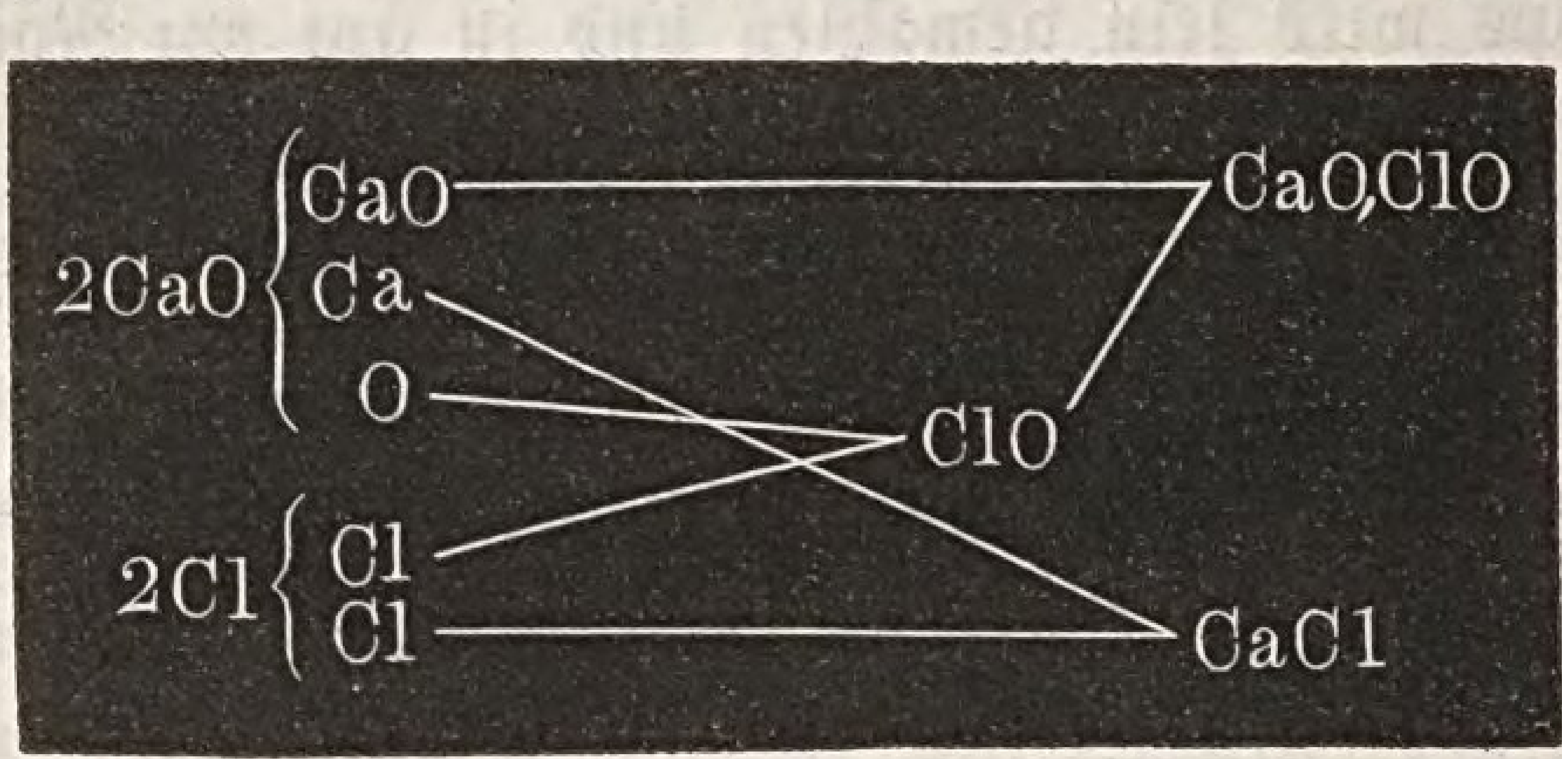
Gyps löst sich in der 400fachen Menge kalten Wassers. Dies Wasser wird 728
in der Chemie als Reagenz gebraucht zur Entdeckung der Oxalsäure und des Baryts, den er als schwefelsaures Salz fällt. Er kommt auch in Quellwassern vor, im Kesselstein.

c. Phosphorsaurer Kalk.

Wird Chlorcalciumlösung mit PO_5 versetzt, darauf im Ueberschuß mit 729
Ammoniak, so entsteht ein weißer Niederschlag $= 3\,CaO, PO_5$, ein Hauptbestandtheil der Knochenasche. Chlorcalcium, mit gewöhnlichem phosphorsauren Natron gefällt, liefert $2\,CaO, HO + PO_5 + 4\,HO$ als gelatinösen, weißen Niederschlag. Der phosphorsaure Kalk löst sich in kohlensäure- oder kochsalzhaltigem Wasser und gelangt auf diesem Wege in den thierischen Körper, wo er sich besonders in den Knochen findet; er ist auch auflöslich in Salpetersäure und Salzsäure. Die Knochenerde macht einen kräftigen Dünger aus, da die meisten Nahrungspflanzen den phosphorsauren Kalk enthalten. In der Natur kommt der phosphorsaure Kalk als Apatit vor.

d. Unterchlorigsaurer Kalk, CaO, ClO, Chlorkalk (gemengt mit Chlorcalcium).

730 Wird Cl in langsamem Strome in Kalkmilch geleitet, wobei man beständig die Masse umrührt, bis Lackmuspapier erst geröthet, dann aber gebleicht wird, so entsteht eine Auflösung von CaO, ClO nebst $CaCl$ nach folgendem Schema:



Diese Auflösung riecht und schmeckt nach ClO, Chlor ähnlich. Bei der Bildung des CaO, ClO wird Wärme frei; steigt diese über 30° C., was dann geschieht, wenn man Cl rasch einleitet, so entsteht viel chlorsaurer Kalk, der, in Wasser gelöst, nicht bleicht.

731 Der Chlorkalk wird in großen Massen fabrikmäßig dargestellt, da er viel zum Bleichen gebraucht wird. Cl wird entweder in Kasten mit Kalkmilch geleitet, unter fleißigem Umrühren, wobei aber das Product wegen seiner leichten Zersetzbarkeit gleich verbraucht werden muß, oder Cl wird in eine gemauerte Kammer (30 Fuß lang, 20 Fuß breit, 6 bis 12 Fuß hoch) durch die Decke eingeleitet; auf dem Boden liegt eine 3 bis 4 Zoll hohe Schicht von trocknem Kalkhydrat ausgebreitet, das mit Rechen, durch mit Kalk gefüllte Stopfbüchsen geleitet, umgerührt wird. Das Kalkhydrat liegt in der Kammer auch oft auf Tischen oder Hürden. Der fertige Chlorkalk wird in Fässern, wohl verpackt, verschickt.

732 So zubereitet, stellt der Chlorkalk ein weißes Pulver dar, das durch seinen Gehalt an $CaCl$ leicht feucht wird; er enthält frisch etwa 30 Proc. Chlor. Wird dieses Pulver mit Wasser angerührt, so entsteht dieselbe Lösung, die wir in der vorigen Nummer erhielten, von $CaO, ClO + CaCl$, und es bleibt Kalkhydrat. Chlorkalk, der Luft ausgesetzt, verwandelt sich allmälig durch den Einfluß der CO_2 der Luft in CaO, CO_2 unter Abdunstung von Cl. Wie wir schon beim Cl sahen, wird es von jeder Säure, sogar von der schwächsten, CO_2, zerlegt, indem Cl sich entwickelt. Eine concentrirte Lösung von Chlorkalk entwickelt bei gelinder Wärme O und es entsteht chlorsaurer Kalk und Chlorcalcium; mit Braunstein gemengt, entwickelt sie auch in gewöhnlicher Temperatur O und es bleibt endlich nur $CaCl$.

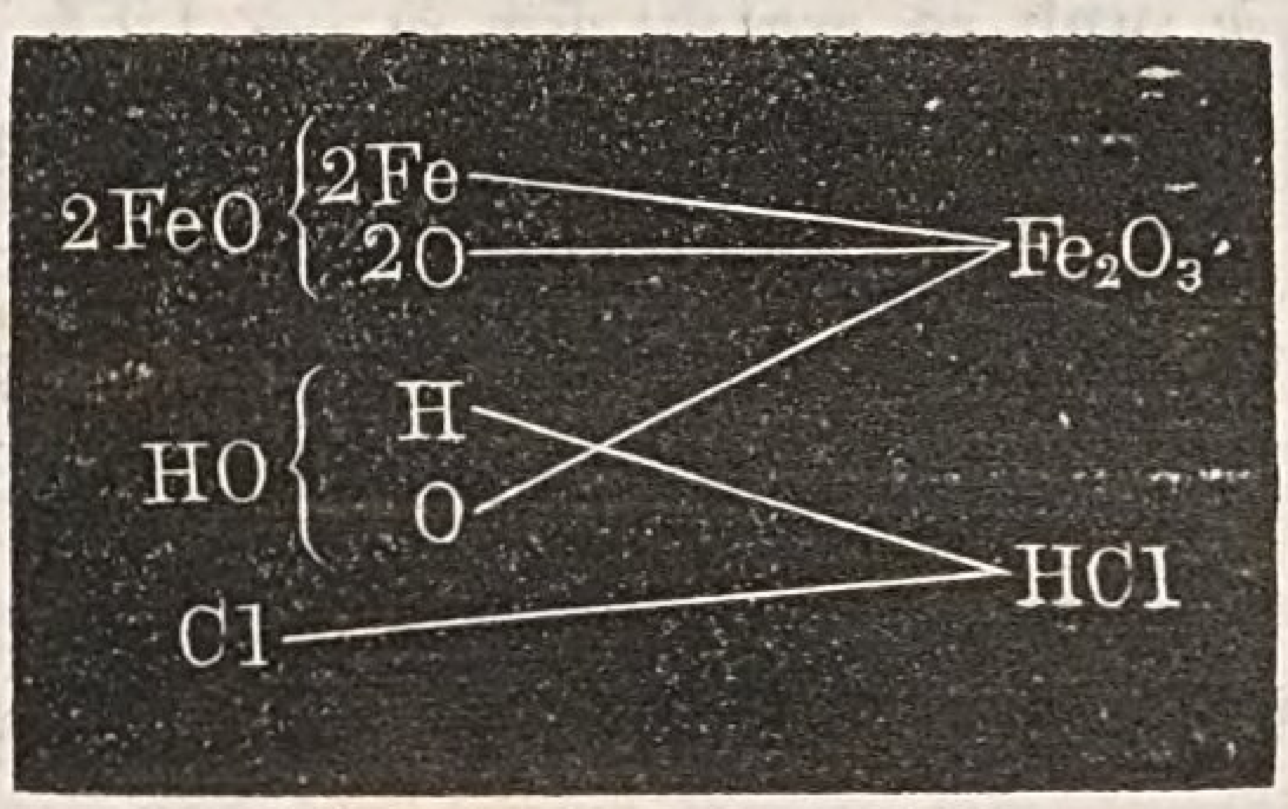
733 Eine Chlorkalklösung bleicht wie Chlorwasser, besonders wenn durch eine Säure aus derselben Cl frei gemacht wird. Wird ein bunter Kattunlappen erst in schwache Salzsäure und dann in Chlorkalklösung getaucht, so wird er rasch gebleicht. Wird Weinsteinlösung durch arabisches Gummi verdickt, stellenweise auf ein Stück rothen (Türkisch-Roth) Kattun gesetzt, und dann in Chlorkalklösung getaucht, so erscheinen nach dem Waschen in Wasser die mit Wein-

stein besetzten Stellen weiß, da die Säure die Entwickelung von Cl aus der Lösung veranlaßte, das die Farbe zerstörte; auf diese Art stellt man die Muster auf den Taschentüchern von Kattun her. In der Chlorbleiche (s. Nr. 148) werden die zu bleichenden Kattune erst durch Waschen von der Schlichte (einem Brei von Stärke, der auf den Faden gebracht wird, um ihn zum Weben glatt und fest zu machen) befreit, dann in Kalkmilch gekocht, ausgewaschen, zur Lösung harziger Theile in Pottasche- oder Sodalauge gekocht, und in Chlorkalklösung gebracht, worin man sie einige Zeit läßt; darauf werden die Zeuge in sehr verdünnte Salzsäure getaucht, wodurch das sich entwickelnde Cl sie rasch bleicht; nach wiederholter Behandlung mit Chlorkalk werden sie in warmem Wasser sorgfältig ausgewaschen.

Wie Cl zerstört Chlorkalk auch Ansteckungsstoffe und Miasmen in der 734 Luft, indem durch Einwirkung der CO_2 der Luft Cl aus demselben frei wird. Um die Luft in einem Raume zu reinigen, ist es sehr zweckmäßig, ein mit Chlorkalklösung getränktes Tuch darin hin und her zu schwenken, oder in einer Schüssel doppelt schwefelsaures Kali mit Chlorkalk zu mengen und mit Wasser anzufeuchten. Leichen und stinkende Geschwüre werden ebenfalls mit Chlorkalklösung zur Vertreibung des Geruches gewaschen.

Man könnte die Chlorkalklösung wie das Chlorwasser mit Indigolösung 735 prüfen (s. Nr. 147), da aber die Indigolösung mit der Zeit sich verändert, so ist wohl folgendes Verfahren zur Prüfung des Chlorkalks vorzuziehen.

Das Cl des Chlorkalks vermag nämlich das schwefelsaure Eisenoxydul in schwefelsaures Eisenoxyd umzuwandeln (s. Nr. 155), nach folgendem Schema:



Also ist 1 Aeq. Cl im Stande, 2 Aeq. Eisenoxydul in Eisenoxyd zu verwandeln. Das Atomgewicht des Cl = 443,2, das des schwefelsauren Eisenoxyduls mit 7 At. HO krystallisirt, = 1737,36, also 2 At. = 3474,72, also 443 : 3476 = 5 : 39, d. h. 5 Gr. Chlor sind im Stande, 39 Gr. schwefelsaures Eisenoxydul in schwefelsaures Eisenoxyd zu verwandeln. Den Eisenvitriol stellt man sich selbst am besten dadurch dar, daß man unter sehr gelinder Erwärmung rostfreie Eisenstifte oder Drahtenden in verdünnter Schwefelsäure löst, filtrirt und so lange mit Weingeist versetzt, als noch ein bläulich weißer, krystallinischer Niederschlag von $FeO, SO_3 + 7 HO$ sich zeigt. Dieser wird mit Weingeist auf dem Filter gewaschen, dann auf Fließpapier getrocknet und in ein Glas mit Glasstöpsel gebracht. Von diesem Pulver werden 39 Gr. in etwa 4 Loth Wasser gelöst und einige Tropfen Schwefelsäure zugesetzt. Dann

werden 50 Gr. des zu prüfenden Chlorkalks im Porzellanmörser mit Wasser sorgfältig zum zarten Brei zerrieben, mit Wasser, womit man den Mörser ausspült, verdünnt, und die Lösung in ein Standglas, Standröhre, gegeben, das in hundert gleiche Raumtheile, Grade, getheilt ist, so daß oben 0, unten die Zahl 100 steht; darauf wird noch Wasser zugesetzt, bis die Röhre bis 0^0 gefüllt ist, und der Inhalt gut gemischt. Nun wird aus dem Standglase so lange Chlorkalklösung zu der Lösung des Eisenvitriols gegeben, bis dieselbe vollständig in schwefelsaures Eisenoxyd geändert ist. Die Prüfung, ob die Oxydation vollständig ist, wird durch eine Lösung des rothen Blutlaugensalzes bewirkt, das Eisenoxydullösung bläut (Berliner Blau), die Eisenoxydlösung hingegen nur bräunt. [Das rothe Blutlaugensalz, Ferridcyankalium, wird bereitet, indem man in 9 Thln. Wasser 1 Thl. gewöhnliches Blutlaugensalz (s. Nr. 240) löst und langsam Cl hineinleitet, unter beständigem Umrühren, bis die Flüssigkeit dunkelroth erscheint und eine verdünnte Lösung von salpetersaurem Eisenoxyd (s. Nr. 240 und 288) nicht mehr blau färbt; dann verdampft man zur Trockne, zuletzt im Wasserbade, löst in 4 Thln. Wasser, filtrirt, dampft rasch bis zur Hälfte ein, und läßt Krystalle anschießen; diese, prächtig roth gefärbt, werden noch umkrystallisirt.] Je mehr Grade (Volumtheile) Lösung aus dem Standglase verbraucht wurden, desto schlechter ist der Chlorkalk. Durch eine einfache Rechnung kann man nun den Gehalt des Chlorkalks an Cl finden, da man weiß, daß 5 Gr. Cl 39 Gr. Eisenvitriol höher zu oxydiren vermögen und die verbrauchte Chlorkalklösung (in Graden) 5 Gr. Cl anzeigt. Hätte man nun 40 Grade der Chlorkalklösung verbraucht, so hat man: In 40 Graden der Chlorkalklösung sind 5 Gr. Cl enthalten, also in 100 Graden? oder $40 : 5 = 100 : x$, und es ergiebt sich $x = 12{,}5$, d. h. in 100 Graden der Lösung, die im Standglase enthalten waren, oder in 50 Gr. Chlorkalk sind 12,5 Gr. Chlor enthalten, oder in 100 Gr. = 2 . 50 Gr. sind auch 2 . 12,5 Gr. Chlor enthalten, = 25 Gr., also enthält der Chlorkalk 25 Proc. Cl. Der Gehalt des Chlorkalks an Cl schwankt zwischen 27 Proc. und 10 Proc.

e. Salpetersaurer Kalk, CaO, NO_5.

736 Er entsteht durch Lösung des CaO, CO_2 in Salpetersäure als leicht zerfließliches Salz.

f. Oxalsaurer Kalk, $CaO, C_2O_3 + HO$.

737 Er entsteht durch Fällung des CaO, CO_2 durch Oxalsäure als weißes Pulver, das durch schwaches Glühen unter Entwickelung von Kohlenoxydgas in CaO, CO_2 verwandelt wird.

---

738 Die Kalksalze sind theils unlöslich, theils löslich, theils zerfließlich. Kohlensaure Alkalien fällen aus den löslichen Kalksalzen CaO, CO_2. Schwefelsäure und schwefelsaures Natron fällen aus concentrirten Kalksalzlösungen sogleich schwefelsauren Kalk, aus verdünnten nicht, wohl aber nach Zusatz von Alkohol. Mit Oxalsäure oder oxalsaurem Ammoniak geben

auch die sehr verdünnten Lösungen einen weißen Niederschlag von oxalsaurem Kalk. Kieselfluorwasserstoffsäure bewirkt keinen Niederschlag. Die Kalksalze färben die Weingeistflamme gelblich roth, ebenso, im Oehr des Platindrahtes geschmolzen, färben sie, besonders Ca Cl, die äußere Löthrohrflamme röthlich.

VIII. Magnesium, Magnesium, Mg.

Ein Theil Bittersalz, schwefelsaure Talkerde, wird in 6 Thln. kochendem 739 Wasser gelöst, filtrirt und dann mit einer kochend heißen Lösung von 1 Thl. KO, CO_2 in 4 Thln. Wasser vermischt. Der entstehende Niederschlag, ein Gemenge von kohlensaurer Magnesia und Magnesiumoxydhydrat, wird gut gewaschen und in reiner HCl gelöst bis zur Sättigung, dann ebensoviel Salmiak zugesetzt und im Porzellantiegel (oder Platintiegel) geglüht, bis aller Salmiak vertrieben ist; mit dem Salmiak verflüchtigt sich das Wasser und schmilzt das Chlormagnesium, das eine farblose, krystallinische Masse darstellt. Dann werden einige größere Stücke Natrium (oder Kalium) in einem unten zugeschmolzenen, etwas weiten Glase mit Stücken von Chlormagnesium bedeckt und über der Spirituslampe erhitzt, wobei unter Erglühen das Chlormagnesium reducirt, das Na mit dem Cl Chlornatrium bildet, und Magnesiummetall in kleinen Kugeln zurückbleibt. Das Kochsalz ist mit Wasser zu entfernen, und die Kugeln unter einer Decke von Chlorkalium zu größeren Massen zu vereinigen.

Das Magnesium stellt ein silberweißes, stark glänzendes Metall dar, das 740 sich hämmern und feilen läßt, bei Rothglühhitze schmilzt; es ist schwerer als Wasser, vom specif. Gewicht = 1,7. Kaltes Wasser zersetzt es nicht, wohl aber 30° C. warmes oder angesäuertes Wasser; bei 100° C. zersetzt es dasselbe heftig. Bei Rothglühhitze, besonders im O, verbrennt es mit großem Glanze zu Magnesiumoxyd, Talkerde. Im Chlorgase fängt es an zu glühen und wird Chlormagnesium. In trockner Luft ist es unveränderlich, in feuchter überzieht es sich mit weißem Pulver.

Durch den elektrischen Strom hat man neuerdings das Metall in größeren 741 Massen dargestellt. Ein etwa $3^1/_2$ Zoll hoher und 2 Zoll weiter Porzellantiegel ist bis zur halben Tiefe durch eine dünne Porzellanplatte in zwei Hälften getheilt. Eine Thonplatte als Deckel wird zweifach durchbohrt und trägt die Pole, aus der Kohlenmasse bestehend, woraus die Kohlencylinder der Zinkkohlenkette gemacht sind; sie werden mit Kohlenstückchen aus derselben Masse festgekeilt und durch Platinplatten mit den Polardrähten der Kette verbunden. Der negative Pol hat vier bis fünf tiefe, aufwärts gehende sägenförmige Einschnitte, da, wo er in den Tiegel hinabreicht, zur Aufnahme des reducirten Metalls. Der Tiegel wird zum Rothglühen erhitzt, mit Chlormagnesium gefüllt und die Kette geschlossen; am positiven Pol entweicht Cl. Die Zersetzung kann mit wenigen Elementen ausgeführt werden.

Verbindungen mit O.

Magnesiumoxyd, Magnesia, Bittererde, Talkerde, Mg O.

742 Aus dem Bittersalze wird nach Nr. 739 kohlensaure Magnesia und Magnesiahydrat gefällt, der Niederschlag gewaschen, in einen hessischen Tiegel gedrückt und bis zum Rothglühen erhitzt, wobei CO_2 und H O entweichen und die Magnesia, Mg O, als zartes, lockeres, weißes Pulver zurückbleibt; in etwas dichterem Zustande kann sie durch Glühen der salpetersauren Magnesia erhalten werden. Sie wird meist gewonnen durch Glühen der basisch kohlensauren Magnesia, die im Handel unter dem Namen Magnesia alba vorkommt. Mit Wasser übergossen bildet sich langsam ohne merkliche Erhitzung Magnesiahydrat, Mg O, H O. Es löst sich nur sehr wenig in Wasser, das aber doch rothes Lackmuspapier langsam bläut; es fühlt sich etwas fettig an, besonders die in der Natur vorkommenden Verbindungen, als Speckstein, Talk (kieselsaure Magnesia). Von letzterer Verbindung hat die Magnesia auch den Namen Talkerde. Mit Säuren bildet sie bitterschmeckende Salze (Bittersalz), weshalb man sie auch Bittererde nennt. Mit Kobaltoxydlösung befeuchtet und in der Löthrohrflamme längere Zeit auf Kohle geglüht, liefert Mg O eine fleischrothe Masse. (Salpetersaure Kobaltoxydlösung ist beim Kobalt angeführt.)

Verbindungen mit S.

743 Schwefelmagnesium, Mg S, wird erhalten durch Weißglühen eines Gemenges von trocknem Bittersalz mit Kohle, immer mit Mg O gemengt; das Schwefelmagnesium läßt sich mit Wasser ausziehen.

Verbindungen mit den Halogenen.

Chlormagnesium, Mg Cl.

744 Wird Mg O in Salzsäure gelöst und recht stark abgedampft, so erhält man beim Erkalten Krystalle mit 6 At. H O = Mg Cl + 6 H O, die sehr leicht zerfließlich sind. Versucht man, die Lösung von Mg Cl zur Trockne abzudampfen, so zersetzt sich das Mg Cl und es entweicht fortwährend H Cl. Um Mg Cl wasserfrei zu erhalten, wie es zur Darstellung des Magnesiums gebraucht wird (s. Nr. 739), sättigt man concentrirte H Cl mit Magnesia alba (in der Apotheke zu haben), setzt Salmiak zu, bis Aetzammoniak keinen Niederschlag mehr erzeugt, dampft zur Trockne ab und erhitzt bis zur anfangenden Verflüchtigung des Salmiaks; dann zerreibt man rasch und erhitzt im Platintiegel oder im Porzellantiegel bis zur vollständigen Verflüchtigung des Salmiaks und bis das Mg Cl geschmolzen ist. Es stellt dann eine krystallinische Masse dar, die leicht Feuchtigkeit anzieht. Die Wirksamkeit des Salmiaks zur Verhütung des Zerfallens der Verbindung zwischen Mg und Cl durch die Wärme besteht darin, daß die gegenseitige Affinität erhöht wird.

MgCl ist im Meerwasser enthalten und ertheilt demselben den bitteren Geschmack, den man oft am Seesalz findet; auch in vielen Salinen kommt es vor, besonders in der Mutterlauge; bedingt hauptsächlich das Feuchtwerden des Kochsalzes. 745

Sauerstoffsalze.

a. Schwefelsaure Magnesia, Bittersalz, $MgO, SO_3 + 7HO$.

Wird ein Stück Serpentin, Talk oder Speckstein (alle drei Magnesiasilicate mit FeO ꝛc., Serpentin und Talk sind meist grün gefärbt, Speckstein meist gelblich, alle fettig anzufühlen) gepulvert und mit Schwefelsäure digerirt, dann der entstandene Brei mit Wasser verdünnt und gekocht, während man einige Tropfen Salpetersäure zusetzt (zur Oxydation und Abscheidung des Eisenoxyduls), so erhält man eine bitter schmeckende Lösung, die, abgedampft, farblose, bitter schmeckende Krystalle liefert, Bittersalz, die sich in gleichen Theilen kaltem Wasser lösen. 746

Wie in den genannten Mineralien findet sich die Talkerde noch im Bitterspath, Dolomit, einem Kalkstein, der gebrannt sogenannten magern, schlecht sich löschenden Kalk liefert. Läßt man einen sehr dünnen Gypsbrei mit gepulvertem Dolomit einige Zeit in Berührung, so bildet sich aus der Schwefelsäure des Gypses mit der Talkerde Bittersalz, das man im Wasser gelöst findet. Wahrscheinlich auf diese Art bildet sich aus Gyps und Dolomit das Bittersalz in vielen Quellen, worin es sich in bedeutender Menge findet, Bitterwässer; so bei Epsom in England, bei Saidschütz und Püllna in Böhmen; durch Abdampfen gewinnt man daraus viel Bittersalz. Die bedeutendste Menge wird aber nach Abscheidung des Kochsalzes aus dem Meerwasser gewonnen; in der Mutterlauge findet sich Bittersalz nebst Chlormagnesium, welches durch Schwefelsäure zersetzt wird. Aus einer heißen Lösung krystallisirt das Bittersalz in großen, vierseitigen Krystallen. Erhitzt verliert es sein Krystallwasser und schmilzt bei Rothglühhitze. 747

Bittersalz dient in der Medicin als Abführmittel, ebenso die Bittersalz enthaltenden Quellwasser (Saidschützer-Wasser). Es dient auch zur Bereitung der Talkerdepräparate. 748

b. Kohlensaure Magnesia, MgO, CO_2.

Kohlensaure Magnesia findet sich in der Natur als Magnesit, meist in erdigen, weißen Massen. KO, CO_2 oder NaO, CO_2 fällen aus Bittersalzlösung einen gelatinösen Niederschlag von kohlensaurer Magnesia mit Magnesiahydrat, der in der Medicin gebraucht wird, Magnesia alba; es ist ein weißes, lockeres Pulver, das fabrikmäßig aus den Bitterwassern gewonnen wird durch Vermischen der beiden heißen Lösungen und Waschen des Niederschlages. Durch Auflösen der Magnesia alba in Wasser und Hineinleiten von CO_2 erhält man MgO, CO_2 mit 3 At. Wasser in zarten Nadeln. In Verbindung mit dem 749

kohlensauren Kalk bildet die kohlensaure Talkerde den Bitterspath und den Dolomit, der gebrannt zu hydraulischem Mörtel verwandt wird.

c. Salpetersaure Magnesia, MgO, NO_5.

750 Wird durch Lösung der Magnesia alba in Salpetersäure als zerfließliche Salzmasse erhalten; aus der sehr concentrirten Lösung schießen Krystalle an mit 6 At. Wasser, $MgO, NO_5 + 6 HO$.

d. Phosphorsaure Magnesia.

751 Werden kalte verdünnte Lösungen von gewöhnlichem phosphorsauren Natron und von Bittersalz mit einander gemischt, so scheiden sich nach mehreren Stunden Krystalle aus von phosphorsaurer Magnesia $= (2 MgO + HO) PO_5 + 14 HO$, die schwer löslich in Wasser sind. Es kommt in den Getreidekörnern vor, woraus es in den Harn gelangt.

Wird Bittersalzlösung mit Aetzammoniak und phosphorsaurem Natron in Lösung gefällt, so entsteht ein Doppelsalz von phosphorsaurem Magnesiaammoniumoxyd $= (NH_4O + 2 MgO) PO_5 + 12 HO$ als körniges, weißes Pulver, fast unlöslich in Wasser, das nach dem Glühen phosphorsaure Magnesia giebt: $2 MgO, PO_5$. Diese Eigenschaft macht das Bittersalz zu einem Reagenz auf PO_5 bei Gegenwart von Salmiak oder Aetzammoniak.

e. Kieselsaure Magnesia.

752 Die SiO_3 bildet mit MgO Mineralien, von denen wir schon einige angeführt haben, den Serpentin, den Talk, den Speckstein, außer diesen den Meerschaum, die Hornblende ꝛc.

---

753 Die Magnesiasalze sind theils in Wasser löslich, theils unlöslich; jene schmecken bitter.

Aetzammoniak fällt nur einen Theil der Magnesia als Hydrat, in Lösung bleibt ein Doppelsalz von Ammoniumoxyd und Magnesia; ebenso verhalten sich Aetzkali, Aetznatron, Aetzbaryt und fällen MgO, HO. Kohlensaures Natron und KO, CO_2 fällen kohlensaure Magnesia mit Magnesiahydrat. Phosphorsaures Natron fällt phosphorsaure Magnesia; bei Zusatz von Salmiak und Aetzammoniak entsteht ein Niederschlag von phosphorsaurem Magnesia-Ammoniumoxyd, besonders nach starkem Umschütteln. Kalkwasser erzeugt einen weißen, gelatinösen Niederschlag. Vor dem Löthrohr erhitzt geben die Magnesiasalze, mit salpetersaurer Kobaltoxydlösung benetzt, eine rosenrothe Masse, deren Farbe besonders nach dem Erkalten hervortritt.

---

754 Die vier Metalle Ba, Sr, Ca und Mg bilden die Gruppe der Erdalkalimetalle, der alkalischen Erden. Ihre Oxyde sind weniger löslich in Wasser als die der Alkalimetalle. Die kohlensauren Salze sind löslich oder schwer löslich. Die schwefelsauren Salze leicht löslich bis unlöslich.

Fragen und Aufgaben zu schriftlicher Ausarbeitung.

a. Angabe der übereinstimmenden und der unterscheidenden Merkmale der vier Erdalkalimetalle! — b. In welcher Beziehung gleichen sie sich hinsichtlich ihrer Darstellung? — c. Wie unterscheidet sich BaO und SrO? — d. Eigenschaften der Oxyde der vier alkalischen Erden! — e. Ebenso der Hydrate derselben! — f. Wie unterscheiden sich die Oxyde hinsichtlich ihrer Verwandtschaft zu Wasser? — g. Welche verschiedene Eigenschaften haben die Lösungen der Oxyde in Wasser? — h. Beim Glühen des Schwerspaths mit C entsteht BaS und Kohlenoxydgas entwickelt sich; das diesen chemischen Vorgang verdeutlichende Schema soll angefertigt werden! — i. Welches verschiedene Verhalten gegen Wasser zeigen die Schwefelverbindungen mit 1 At. S der vier alkalischen Erden, durch Glühen der resp. schwefelsauren Salze mit Kohle dargestellt? — k. Wie heißen die schwefelsauren Salze der vier Erdalkalimetalle gewöhnlich? — l. Worin stimmen BaCl, SrCl, CaCl, MgCl überein? — m. Welches der aufgeführten Barytsalze ist unlöslich? — n. Durch welche Eigenschaft ist CaCl ausgezeichnet, und durch welche SrCl? — o. Vergleichung der schwefelsauren Salze der vier Erdalkalimetalle! — p. Ebenso der kohlensauren Salze! — q. Wie könnten wohl die Strontian- von den Barytsalzen getrennt werden, wenn sie zusammen in einer Auflösung vorkommen? — r. Warum brennt sich frisch gebrochener kohlensaurer Kalk besser? — s. Wie entstehen Tropfsteine und Incrustationen? — t. Durch ein Schema soll deutlich gemacht werden, wie CO_2 den Chlorkalk zersetzt; wie Schwefelsäure! — u. Was ist Magnesia alba, und wie wird sie dargestellt? — v. Wodurch zeichnen sich die löslichen Magnesiasalze aus? — w. Welche Wirkung zeigen die löslichen Barytsalze auf den thierischen Körper? — x. Wie benutzt man BaCl in der Chemie? — y. Aus einer Lösung von BaCl fällt kohlensaures Ammoniak BaO, CO_2 (s. Nr. 693); welche Verbindung bleibt in Lösung? — z. Was für eine Verbindung bleibt in Lösung, wenn Schwefelbarium mit KO, CO_2 oder NaO, CO_2 gefällt wird?

aa. Wodurch zeichnen sich die Strontianverbindungen aus? — bb. Was für ein Unterschied ist zwischen Luft- und Wassermörtel? — cc. Wodurch entsteht die Kälte bei der Mischung von Chlorcalcium und Schnee? — dd. Warum erhärtet gebrannter Gyps, wenn er mit Wasser gemischt wird?

IX. Aluminium, Aluminium, Al.

Der bekannte Alaun (schwefelsaure Kali-Thonerde) wird in Wasser gelöst 755
und im Ueberschuß kohlensaures Ammoniak zugesetzt; es fällt ein weißes, gelatinöses Pulver zu Boden, Thonerdehydrat, das sorgfältig mit siedendem Wasser ausgewaschen und darauf im Porzellantiegel geglüht wird, wodurch wir Thonerde erhalten. Diese wird mit Kienruß und Oel gemengt, daraus

Kugeln geformt und diese im bedeckten Tiegel roth geglüht. Die nun porösen Kugeln werden noch warm in ein Porzellanrohr (oder in eine Röhre von schwer schmelzbarem Glase) gegeben, das durch einen Ofen gelegt ist; dann läßt man an der einen Seite des Rohrs trocknes Chlorgas einströmen, während am anderen Ende ein Glasrohr in ein trocknes Glas, das gut abgekühlt wird, führt. Wird nun das Rohr geglüht, so condensirt sich in der Flasche eine gelblich weiße Masse, oft auch in Blättchen, die trocknes Chloraluminium ist. Nun werden einige Stücke Na (gut von Steinöl gereinigt) in einen Tiegel von Porzellan oder besser von Platin eingelegt und darauf ungefähr ebensoviel Chloraluminium; der Deckel des Tiegels wird mit Draht befestigt und dann über der Spirituslampe erhitzt. Es erfolgt eine heftige Einwirkung, so daß ein Zischen sich hören läßt und die Wände des Tiegels plötzlich erglühen; die Masse ist nun geschmolzen und schwarzgrau. Der erkaltete Tiegel wird mit Wasser übergossen, welches das entstandene Chlorcalcium löst und das Aluminium in Gestalt eines grauen Pulvers zurückläßt, das auf dem Filter gewaschen wird; dasselbe nimmt, mit einem glatten Eisen gerieben, matten zinnweißen Metallglanz an.

756 In neuester Zeit hat man in Paris das Al in größeren Massen dargestellt, so daß auf der Ausstellung in Paris einige Dutzend Aluminiumbarren von etwa 1 Fuß Länge, 1 Zoll Breite und $^1/_2$ Zoll Dicke sich befanden, sowie ein kleiner Becher und einige Löffel. Man fertigt jetzt von diesem Metalle schöne Schmucksachen an, die schon ziemlich große Verbreitung gefunden haben. Das zur Darstellung nöthige Na wird aus einem Gemenge von 20 Thln. wasserfreiem kohlensauren Natron, 3 Thln. Kreide und 8 Thln. Steinkohlenpulver erhalten, das in einer weiten eisernen Röhre geglüht wird. Das Chloraluminium wird dargestellt, indem man Cl über ein Gemenge von reiner Thonerde und Steinkohlentheer in einer eisernen Retorte leitet; das gebildete Chloraluminium condensirt sich in einer gemauerten, mit Fayence ausgekleideten Kammer. Das Na und das Chloraluminium werden darauf in ein eisernes Rohr getragen, ohne daß sie sich berühren, trocknes H durchgeleitet und erhitzt, bis das Chloraluminium in Dampfform mit dem Na in Berührung tritt, wo dann die Zersetzung stattfindet. Die Trennung des Kochsalzes vom Metall geschieht in starker Rothglühhitze, während beständig H übergeleitet wird, wobei das Salz abdestillirt und das Metall in Kügelchen bleibt.

757 Das Metall hält sich gut an der Luft, sogar bei Glühhitze; doch muß beim Schmelzen und Gießen (der Schmelzpunkt liegt zwischen dem des Zinks und dem des Messings) Chlorkalium als Flußmittel zugesetzt werden, um eine Oxydation zu verhüten. Salzsäure und Aetzkalilauge lösen das Metall sehr heftig auf unter Entwickelung von H; verdünnte Schwefelsäure löst es langsam, concentrirte Salpetersäure löst es gar nicht auf (wie das Eisen). Mit Hg bildet Al kein Amalgam. Es erscheint von zinnweißem Glanze, vom specif. Gewicht = 2,7; es ist ziemlich geschmeidig.

Verbindungen mit O.

Das Aluminiumoxyd, Thonerde, Al_2O_3.

Wird Alaunlösung mit überschüssigem kohlensauren Ammoniak gefällt, so erhält man sehr gelatinöses Thonerdehydrat, $Al_2O_3 + 3HO$, das, mit warmem Wasser gut ausgewaschen, nach dem Glühen reine Thonerde liefert. Man kann auch die Alaunlösung mit NaO, CO_2 oder KO, CO_2 fällen; es enthält aber dann der Niederschlag noch Kali oder Natron, das nicht durch Waschen zu entfernen ist. Man wäscht aus, bis das Wasser geschmacklos abläuft. Das gewonnene weiße Pulver wird in reiner HCl gelöst und daraus durch überschüssiges Aetzammoniak Thonerde gefällt, gewaschen, geglüht. 758

Die Thonerde ist ein weißes, lockeres, geruch- und geschmackloses Pulver, das sein Hydratwasser in Wasser nicht wieder aufnimmt, sich auch nicht in Wasser löst, wohl aber Feuchtigkeit aus der Luft anzieht. Sie ist in unseren Oefen unschmelzbar; im Knallgasgebläse schmilzt sie zu farblosem Glase. 759

Wird frisch gefälltes $Al_2O_3 + 3HO$ mit Kali- oder Natronlauge erwärmt, so löst sie sich darin vollständig, zeigt also das Verhalten einer Säure; sie bildet thonsaure Salze, Aluminate. Wird sie mit Säuren behandelt, so löst sie sich ebenfalls leicht, zeigt also den Charakter einer Basis und bildet sauer reagirende Salze, Thonerdesalze. Die geglühte Thonerde löst sich nur schwierig in Alkalien und Säuren. Mit Alkalien geglüht, verbindet sie sich damit. 760

Thonerde kommt in der Natur in vielen Verbindungen vor. Saphyr, ein blauer Edelstein, Rubin, ein rother, edler Corund, ein meist farbloser Edelstein, enthalten fast reine Thonerde und stellen nach dem Diamant die härtesten Edelsteine dar. Der undurchsichtige Corund wird Smirgel genannt und zum Schleifen und Putzen gebraucht. Zu diesem Zwecke wird er in Stampf- oder Mühlwerken gepulvert, gesiebt und geschlemmt; man trägt das Pulver mit Leimwasser auf Papier auf, Smirgelpapier, das man zum Schleifen und Blankmachen von Stahl- und Messingwaaren gebraucht; auf Leder aufgetragen, bildet Smirgel die Streichriemen für Rasirmesser. Ferner wird Smirgel zum Schleifen von Edelsteinen gebraucht, des Glases (Spiegelglas). Der Gibbsit und der Diaspor stellen krystallisirtes Thonerdehydrat dar. 761

Etwas Cochenille (die getrockneten Weibchen einer Schildlaus, die in Mexico ꝛc. auf Cactusarten lebt) wird fein gerieben, wodurch sie zum braunrothen Pulver wird, dann wird einige Minuten lang mit Wasser gekocht, stehen gelassen und die rothe klare Brühe vom Bodensatz abgegossen. In diese Brühe bringt man frisch aus Alaun mit Ammoniak gefälltes und gut ausgewaschenes Thonerdehydrat und digerirt damit; die Thonerde wird dann eine schön rothe Farbe annehmen, eine Lackfarbe darstellen (Lackfarben nennt man im Allgemeinen die gefärbten Niederschläge aus Farbenbrühe organischen Ursprungs, 762

meist mit Thonerde bereitet). Die Thonerde hat eine große Verwandtschaft zu organischen Materien; eine hinlängliche Menge Thonerdehydrat vermag aus Auflösungen von Pflanzenfarben (z. B. von Fernambukholz) das sämmtliche Pigment auszufällen. Dieser Eigenschaft wegen werden die Thonerde und ihre Salze viel in der Färberei gebraucht.

Verbindungen mit S.

Schwefelaluminium, $Al_2 S_3$.

763 Man erhält Schwefelaluminium als schwarze Masse, indem man S auf stark glühendes Al fallen läßt, oder durch Erhitzen des Metalls in Dampf von S oder von Schwefelkohlenstoff. Es zersetzt sich mit Wasser in HS und $Al_2 O_3 + 3 HO$.

Verbindungen mit den Halogenen.

Chloraluminium, Aluminiumchlorid, $Al_2 Cl_3$.

764 Wird Thonerdehydrat in H Cl aufgelöst, so entsteht Chloraluminium mit Wasser $= Al_2 Cl_3 + 12 HO$ beim Abdampfen im luftverdünnten Raume in Krystallen, die sehr leicht zerfließen; beim Erwärmen entwickelt sich H Cl und es bleibt nur Thonerde. Wasserfreies Chloraluminium kann nur auf die Weise dargestellt werden, wie es in Nr. 755 angeführt wurde, durch Ueberleiten von trocknem Cl über ein in einem Porzellanrohre glühendes Gemenge von Thonerde und Kohle, wobei sich CO entwickelt. An der Luft raucht es schwach. Es stellt eine halb geschmolzene, gelbliche, durchscheinende Masse dar, die leicht zerfließt.

Sauerstoffsalze.

a. Schwefelsaure Thonerde, $Al_2 O_3, 3 S O_3 + 18 HO$.

765 Wird frisch gefälltes und gewaschenes Thonerdehydrat mit Schwefelsäure in der Wärme behandelt, dann abgedampft bis zur Krystallisation, so erhält man die schwefelsaure Thonerde in weißen, perlmutterglänzenden, weichen Blättchen, die, erhitzt, in ihrem Krystallwasser schmelzen, aufschwillen und eine leichte, poröse Masse von wasserfreier, schwefelsaurer Thonerde hinterlassen; bei Rothglühhitze entweicht die Säure und es bleibt reine Thonerde. Dasselbe Salz entsteht, obgleich schwieriger, wenn man ein Stück von einer Thonpfeife (Tabackspfeife) fein pulvert und mit etwas verdünnter Schwefelsäure digerirt, dann filtrirt und abdampft; auf dem Filter bleibt Kieselsäure in Gallertform. Wollte man so weißen Thon, wie er in der Natur sich findet, mit Schwefelsäure behandeln, so würde er fast ungelöst bleiben, indem er kieselsaure Thonerde ist; man müßte ihn vorher trocknen und glühen, wodurch die $Si O_3$ ihre Affinität zum Thon verliert und die SO_3, HO einwirken kann.

Auf diese Art stellt man jetzt für die Färbereien im Großen schwefelsaure Thonerde dar, indem man Pfeifenthon glüht, dann fein mahlt, mit demselben Gewicht Schwefelsäure mischt und in einem Ofen bis zum anfangenden Verdampfen der SO_3, HO erhitzt. Dann wird die Masse einige Tage lang der feuchten Luft ausgesetzt und mit Wasser ausgelaugt (das etwa vorhandene Eisen mit Blutlaugensalz ausgefällt). Dann wird die $Si\,O_3$ abfiltrirt, abgedampft bis zur Syrupsdicke und in bleiernen Gefäßen der Krystallisation überlassen, worin die schwefelsaure Thonerde zur weißen Masse erstarrt. 766

Die schwefelsaure Thonerde bildet mit den schwefelsauren Salzen der Alkalien Doppelsalze, die in Octaëdern und Würfeln krystallisiren, mit 24 At. HO; man nennt sie Alaune. 767

Kalialaun, schwefelsaure Kalithonerde:

$$KO, SO_3 + Al_2O_3, 3SO_3 + 24HO.$$

Natronalaun, schwefelsaure Natronthonerde:

$$NaO, SO_3 + Al_2O_3, 3SO_3 + 24HO.$$

Ammoniakalaun, schwefelsaure Ammoniakthonerde:

$$NH_4O, SO_3 + Al_2O_3, 3SO_3 + 24HO.$$

Die Thonerde kann durch die ebenso zusammengesetzten schwefelsauren Salze von Eisen und Mangan ersetzt werden, wodurch wieder Doppelsalze entstehen, die man auch Alaune nennen kann; so mit dem schwefelsauren Eisenoxyd:

Eisenkalialaun, schwefelsaures Kalieisenoxyd:

$$KO, SO_3 + Fe_2O_3, 3SO_3 + 24HO.$$

Eisennatronalaun, schwefelsaures Natroneisenoxyd:

$$NaO, SO_3 + Fe_2O_3, 3SO_3 + 24HO.$$

Eisenammoniakalaun, schwefelsaures Ammoniakeisenoxyd:

$$NH_4O, SO_3 + Fe_2O_3, 3SO_3 + 24HO.$$

Man nennt solche Verbindungen, die eine gleiche Krystallform, sowie eine ähnliche Zusammensetzung haben, isomorphe (isos, gleich), wie hier KO, NaO, NH_4O (einatomige Basen), und Al_2O_3, Fe_2O_3 (anderthalbatomige Basen). Bezeichnet man mit M die metallische Grundlage der Salzbasen, mit R das Radical der Säure, so kann man eine für alle Alaune passende allgemeine Formel construiren: $MO, RO_3 + M_2O_3, 3RO_3 + 24HO$. 768

Kalialaun.

Wird eine concentrirte Lösung von $Al_2O_3, 3SO_3 + 18HO$ mit einer concentrirten Lösung von KO, SO_3 vermischt und umgerührt, so fällt ein krystallinisches Pulver zu Boden, das Alaun ist, in sehr kleinen Krystallen. Wird dieses Pulver wieder in kochendem Wasser gelöst und der Krystallisation ruhig überlassen, so erhält man den Alaun in schönen, farblosen Octaëdern, octaëdrischer Alaun; sie sind luftbeständig, von süßlich zusammenziehendem Geschmack, in kaltem Wasser schwer, in heißem sehr leicht löslich. Die Lösung reagirt sauer. 769

770 Setzt man zu einer bei 50° C. gesättigten Alaunlösung kohlensaures Kali, so schlägt sich basisch schwefelsaure Thonerde nieder, die sich beim Umrühren wieder löst. Aus dieser Auflösung bilden sich, wenn man erkalten läßt, Würfel von Alaun, ebenso wie der octaëdrische zusammengesetzt; er heißt cubischer oder Würfelalaun.

771 Erhitzt man ein Stück Alaun auf einem Porzellanscherben, so schmilzt er in seinem Krystallwasser und bildet beim Erkalten eine glasige Masse. Erhitzt man weiter, so verliert der Alaun alles Wasser und schwillt zur schwammigen, trocknen Masse auf. Geschieht das Erhitzen in einem Tiegel, so wächst die schwammige Masse hoch aus dem Tiegel und wird wasserfreier Alaun, der in der Medicin als schwaches Aetzmittel, gebrannter Alaun, gebraucht wird. Rothglühhitze zerlegt den Alaun, es geht O und SO_2 fort und es bleibt Thonerde mit KO, SO_3.

772 Drei Theile gebrannter Alaun werden gut mit 1 Thl. Kienruß gemengt und das Gemenge in ein Glasfläschchen gebracht. Dies Fläschchen wird nun in einen Tiegel gestellt, mit Sand umgeben und im Ofen einer vorsichtig gesteigerten Hitze ausgesetzt. Die blaue Flamme, die an der Mündung der Flasche sich zeigt, läßt man zwei bis drei Minuten fortbrennen, verschließt dann die Flasche mit einem Kreidestöpsel und läßt langsam erkalten. Streut man das erhaltene schwarze, kohlige Pulver, ein Gemenge von Kohle, Thonerde und KS, bei feuchter Luft aus, oder haucht darauf, so entzündet es sich und verbrennt mit Funkensprühen. Die Ursache der Entzündung ist das KS, das Wassergas condensirt und sich dadurch entzündet.

773 Der Versuch unter Nr. 762 wird in folgender Weise abgeändert:

Der Cochenillebrühe wird etwas Alaunlösung zugesetzt und eben aufgekocht; dann läßt man klären und gießt die Flüssigkeit in Gläser, die man bedeckt stehen läßt. Es setzt sich nach einigen Tagen ein sehr schön rothes Pulver ab, das man Karmin nennt; nicht so schön wird der Niederschlag, wenn man Alaun zusetzt und mit NaO, CO_2 niederschlägt. In beiden Fällen ist der Niederschlag Thonerde, mit dem Pigmente der Cochenille verbunden. Auf solche Art kann man auch Lackfarben erhalten aus Fernambuck- und Rothholz; die mit Alaun versetzte Brühe wird mit Soda gefällt.

774 Kalialaun wird auf mehrere Art im Großen gewonnen.

1. Aus dem Alaunstein, der sich in Ungarn und besonders im Kirchenstaate zu Tolfa findet. Er wird dort in Haufen oder Oefen gebrannt, in gemauerten Behältern unter öfterem Begießen mit Wasser der Verwitterung ausgesetzt und nach drei bis vier Monaten ausgelaugt. Die Lauge liefert den römischen Alaun, der seiner Reinheit wegen sehr geschätzt wird; er ist gewöhnlich von einer sehr geringen Menge Eisenoxyd röthlich gefärbt.

2. Aus dem Alaunerz, dem Alaunschiefer und der Alaunerde. Der Alaunschiefer ist ein Thonschiefer, der, stark mit Schwefelkies durchdrungen,

von Kohle gefärbt ist und sich in England, am Rhein, in Norwegen findet; die Alaunerde ist eine zerreibliche, dunkelbraune Masse, ein Gemenge von kieselsaurem Thon, Schwefelkies und Kohle, das sich abwechselnd mit Braunkohlen in Deutschland findet. Die Alaunerze, besonders die Schiefer, werden in Haufen geröstet; die Alaunerde verwittert von selbst an der Luft, wobei sich eine starke Hitze entwickelt, die manchmal bis zur Entzündung sich steigert. Durch die Röstung wird der Schwefelkies in Einfach-Schwefeleisen umgewandelt, indem die Hälfte S ausgetrieben wird und zu SO_2 verbrennt; das FeS verwandelt sich in schwefelsaures Eisenoxydul, das wieder den Thon zersetzt, SiO_3 abscheidet und schwefelsaure Thonerde macht. Das geröstete Erz wird in Holzkasten mit doppeltem Boden ausgelaugt, wie bei der Soda angegeben. Die Lauge wird dann in großen Behältern der Einwirkung der Luft ausgesetzt, wodurch der Vitriol sich in schwefelsaures Eisenoxyd und basisch schwefelsaures Eisenoxyd verwandelt, welches letztere sich als gelber Schlamm absetzt; ist die Lauge sehr reich an Eisenvitriol, so wird sie auch wohl so lange eingedampft, bis sich Eisenvitriol in Krystallen niederschlägt, der so gewonnen und verwerthet wird, wobei man das verdunstende Wasser mit Rohlauge ersetzt, bis sie so concentrirt ist, daß auch schwefelsaure Thonerde anfängt, sich auszuscheiden. Dann wird die Lauge in Bleipfannen eingedampft, mit Chlorkalium oder mit schwefelsaurem Kali versetzt und beständig gerührt, wodurch der Alaun als Alaunmehl niederfällt, das Arbeiter auf den nach innen geneigten Bord der Pfanne krücken und die Lauge zurückfließen lassen. Die Mutterlauge wird noch auf Eisenvitriol verarbeitet. Das Alaunmehl wird in einem anderen Gefäße mit geneigtem Boden mit wenig kaltem Wasser abgespült, worauf es in Pfannen heiß aufgelöst und in die Wachsgefäße, Fässer, abgelassen wird, worin der Alaun in großen, zusammenhängenden Krystallen anschießt. Die Tonnen werden durch Abnahme der Reifen auseinandergenommen, worauf man eine Alaunmasse von der Gestalt der Fässer erhält, aus welcher noch die Mutterlauge abgelassen wird.

3. Aus Thonerde.

Man macht aus Thonerde und SO_3, HO schwefelsaure Thonerde, die man mit schwefelsaurem Kali versetzt; oder die Thonerde wird mit Holzasche zusammengeknetet, der Luft ausgesetzt und mit verdünnter Schwefelsäure ausgekocht.

Ammoniakalaun. 775

Er wird dadurch erhalten, daß man die Lösung von schwefelsaurer Thonerde statt mit schwefelsaurem Kali mit schwefelsaurem Ammoniak versetzt. Er hat die Krystallgestalt und die meisten Eigenschaften mit dem Kalialaun gemein und wird besonders in Frankreich bereitet.

Natronalaun. 776

Erhalten durch Zusatz von schwefelsaurem Natron zur schwefelsauren Thonerde. Er verwittert an der Luft und ist leicht löslich.

777 b. Kieselsaure Thonerde, Thonerdesilicat.

Kieselsaure Thonerde kommt in der Natur weit verbreitet vor, theils als festes, oft krystallisirtes Gestein, theils verwittert und als ein Gemenge verschiedener Thonarten. Der Feldspath, ein Gemenge kieselsaurer Thonerde und kieselsauren Kalis, kommt krystallisirt und in derben, festen Massen vor von weißer, grauer, grüner Farbe, auf Lagern und in Gängen; er macht einen Hauptbestandtheil des Granits aus. Der Feldspath wird durch seinen Kaligehalt sehr wichtig für die Ernährung der Pflanzen, indem dieselben das Kali aus dem verwitterten Feldspath und Granit aufnehmen, was wir dann aus der Asche als Pottasche gewinnen. Der Feldspath kommt auch als glasiger Feldspath in eingewachsenen Krystallen im Trachyt vor, am Siebengebirge und in der Eifel 2c. als dichter Feldspath, Feldstein, für sich und in gemengten Gebirgsarten. Im Albit ist das Kali durch Natron ersetzt, im Petalit durch Lithium. Der Lasurstein, ein dunkelblaues Mineral, ist ein Gemenge von kieselsaurer Thonerde, Natron, Kalk, Schwefel; er wird als Schmuckstein gebraucht, besonders aber zur Darstellung einer prächtig blauen Farbe, des Ultramarins, die aber sehr theuer ist, da der Stein sich nicht häufig findet, sondern nur in China, Thybet und der Bucharei.

778 Der Ultramarin wird jetzt fabrikmäßig von großer Schönheit dargestellt. Schwefelnatrium (aus Kohle und Glaubersalz) wird mit S gekocht und $Na\,S_5$ erzeugt, der Auflösung wenig kieselhaltige Thonerde und etwas schwefelsaures Eisenoxydul zugesetzt, darauf zur Trockne abgedampft. Das Pulver wird nun unter stetem Umrühren erhitzt, wodurch es braun, grün, blau wird. Dann wird ausgewaschen und der Rückstand nochmals geglüht, bis die richtige Farbe erscheint. Oder es werden 120 Thle. gebrannter Alaun, 120 Thle. (entwässertes) $Na\,O, C\,O_2$, 72 Thle. S, 35 Thle. feiner Quarzsand und 24 Thle. Kohlenpulver gut gemengt und im Tiegel 1 bis 2 Stunden lang geglüht. Die Masse zerfällt mit Wasser, ein grünlich blaues Pulver bildend; dies wird mehrmals mit gleichviel S und $1\frac{1}{2}$ Thln. $Na\,O, C\,O_2$ geglüht, bis die blaue Farbe erscheint. Dies Product wird noch mit S, den man entzündet, behandelt, bis die richtige Farbe erscheint. Der Ultramarin wird zu Oel- und Lackfarben gebraucht, mit Leim zum Tapetendruck, wo er ein haltbares Blau bildet; ist auch zum Zeugdruck verwandt worden.

779 Die durch Zersetzung und Verwitterung aus dem Feldspath und anderen Kieselthongesteinen entstandenen Thonarten bilden Lager und einzelne Massen. Man kann sie eintheilen in feuerfeste, die mehr oder weniger den in Oefen hervorgebrachten Hitzgraden, ohne zu schmelzen, widerstehen, in schmelzbare, in kalkige, in okrige.

1. Die feuerfesten Thonarten enthalten keinen oder wenig Kalk und Eisenoxyd; sie brennen sich weiß. Man unterscheidet

a. Kaolin, Porzellanerde; erdig, zerreiblich, mager anzufühlen, weiß, röthlich 2c.; sie enthält im Durchschnitt 45 bis 46 Proc. $Si\,O_3$, 36 bis 39 Proc. $Al_2\,O_3$ und Wasser. Findet sich im Urgebirge in Lagern, in Sachsen, in Schlesien, in Frankreich, England, China, Japan.

b. Plastischer Thon, Pfeifenthon; ist bildsam, sehr zähe, brennt sich fest, besteht aus SiO_3 und Al_2O_3 mit sehr wenig Fe_2O_3. Er findet sich in der Rheinprovinz, Sachsen, Schlesien, Hessen, Böhmen, England, Frankreich.

2. Die schmelzbaren Thonarten:

a. Walkererde bildet eine weiche, fettig anzufühlende Masse, zerfällt in Wasser zum zarten Pulver. Sie wird gebraucht zum Walken, Entfetten, der Wolltücher, zum Vertilgen von Flecken aus wollenen und seidenen Zeugen; sie verdankt diese Eigenschaft, Fette aufzunehmen, ihrer großen Zertheilbarkeit. Sie findet sich in England, Sachsen 2c.

b. Töpferthon zergeht leichter in Wasser als der feuerfeste Thon; er ist farbig und behält nach dem Brennen eine röthliche Farbe (Fe_2O_3); er enthält oft Kalk, der seine Schmelzbarkeit in großer Hitze bedingt. Enthält der Töpferthon viel SiO_3, so heißt er magerer, ist er reicher an Al_2O_3, so nennt man ihn fetten Thon. Er kommt weit verbreitet vor.

c. Schieferthon (Kohlenschiefer) enthält C, ist ein verhärteter Thon von schwärzlich brauner, grauer Farbe; er erweicht in Wasser, quillt auf und zerfällt, braust mit Säuren (CO_2). Ist er reich an Schwefelkies, so wird er zu Alaun verarbeitet.

3. Kalkige Thonarten:

Thonmergel ist ein Gemenge von Thon und Kalk; waltet der Kalk vor, so heißt er Kalkmergel. Er ist derb, oft etwas schiefrig, gefärbt, fest oder weich, oft zerreiblich. Durch Verwitterung zerfällt der Kalkmergel zur Mergelerde. Er braust mit Säuren, zerfällt in Wasser leicht. Er bildet die Grundlage eines großen Theils von Norddeutschland, kommt auch in England und Frankreich vor.

Lehm ist durch Zersetzung der verschiedensten Steine entstanden, gemengt mit Quarzsand, Eisenoxyd, oft mit Kalk, weich, gefärbt; er saugt Wasser ein und zerfällt damit zu Brei. Findet sich im aufgeschwemmten Lande in Lagern. Wird gebraucht zur Ziegel- und Dachziegelbrennerei, zum Bauen (Lehmwände), zum Vermauern von Heerden, Schornsteinen, Backöfen; man macht davon Lehmfluren, Dreschtennen, Böden zu Viehställen 2c.

4. Okrige Thonarten.

Sie bestehen aus Thon und rothem Eisenoxyd. Als Röthel zum Schreiben gebraucht, bei großem Eisengehalte zum Eisenausschmelzen. Als Bolus zum Putzen von Metallen und zum Brennen von Pfeifenköpfen benutzt. Gelber Oker, ein Gemenge von Thon und Eisenoxydhydrat, dient als Anstrichfarbe.

Alle Thonarten lassen sich in Wasser zertheilen und bilden damit mehr oder weniger knetbare und formbare Massen. Durch Trocknen werden sie härter, im Feuer mehr oder weniger hart. Fremde Bestandtheile (Kalk und Eisenoxyd) machen sie schmelzbarer. Sie schwinden im Feuer, d. h. sie vermindern ihr Volumen.

780 Die verschiedenen Thonarten (die okrigen ausgenommen) werden meist zur Herstellung der verschiedenen gebrannten Thonwaaren gebraucht. Diese sind das Porzellan, das Steinzeug, die Fayence, die ordinären Thonwaaren.

1. Das Porzellan.

781 Das Porzellan wurde von Böttcher im Jahre 1709 erfunden, in Sachsen, von wo die Fabrikation sich weiter verbreitete. Man unterscheidet weiches, Fritteporzellan, und hartes, echtes Porzellan. Das weiche Porzellan ist eigentlich ein Glas, bestehend aus Kieselerde, Alkalien und etwas Thon und Kalk. Der Satz wird bis zum anfangenden Schmelzen erhitzt, gefrittet, dann fein gemahlen, und demselben noch etwas Kreide oder Kalkmergel zugesetzt. Da die Masse keine Bildsamkeit besitzt, so wird sie mit Seife und Leim gemengt; dies Porzellan wird jetzt nicht mehr angefertigt.

In England fabricirt man ein Porzellan aus plastischem Thon (Pfeifenthon), Kaolin, Granit, calcinirten Knochen, Feuerstein, welche Materialien gut gemahlen mit Wasser eine bildsame Masse bilden; die Geschirre werden gebrannt und darauf mit Glasur versehen, die aus Blei oder Borax besteht.

Das echte Porzellan besteht aus Kaolin, mit einem zu einem Glase schmelzenden Fluß, Feldspath, Quarz. Der Kaolin, der für sich durch das Brennen eine poröse, undurchsichtige Masse bilden würde, durchzieht (durchtränkt) sich mit dem Flusse, der im Brande erweicht, die Poren ausfüllt, an der Oberfläche zur dichten Masse schmilzt und die Durchscheinenheit des Porzellans bedingt.

Der Kaolin wird, um ihn von Feldspath- und Quarzstücken zu reinigen, mit Wasser angerührt und geschlemmt, wobei die Steine zurückbleiben; oder er wird auch gleich durch Stampfen und Mahlen gepulvert, dann in großen Bottichen in Wasser aufgeschlemmt; das schlammige Wasser wird von dem groben Satze, nicht zerkleinerte Steine, in einen zweiten Bottich abgelassen, wo sich feinere Quarz- oder Feldspathkörner absetzen, von denen der Thon in einen dritten Bottich gelassen wird, wo sich der feine Thon absetzt. Zusätze, wie Feldspath und Quarz, werden ebenso gemahlen und geschlemmt, und dann in großen Bottichen dem Thon zugemengt. Die nasse Masse wird darauf in Kasten mit Gypsboden gebracht, der vermöge seiner Porosität das überflüssige Wasser aufsaugt, oder auch durch Pressen in Hanfsäcken von Wasser befreit; sie wird meistens ein Jahr lang in Kellern aufbewahrt, wobei eine Art Fäulniß eintritt, wodurch die organischen Materien, die stets vorhanden sind, unter Entwickelung von HS sich zersetzen, auch die Bildsamkeit der Masse erhöht wird; immer wird sie vor der Verarbeitung durch Treten, Kneten 2c. dicht und luftfrei gemacht.

782 Die Geschirre werden entweder auf der Töpferscheibe oder in Formen, durch Eindrücken und Gießen, geformt. Die Töpferscheibe, eines der ältesten Werkzeuge, besteht aus zwei durch eine eiserne senkrechte Axe verbundenen, in einem festen Gestell horizontal umlaufenden Scheiben; die untere

große, von schwerem Holze, dreht der Töpfer mit seinen Füßen; die obere, kleinere, ein massiver Gypsblock, dreht sich natürlich gleichzeitig mit der untern Scheibe, und dient zum Formen. Der Töpfer legt einen Klumpen Thon auf, dreht und formt mit den durch dünnen Thonbrei schlüpfrig gemachten Händen die Gefäße, wobei ihn Patronen und Maaßlineale unterstützen. Die Vollendung erhalten die Geschirre noch auf der Drehscheibe, indem ein daran gehaltenes Messer von den Wänden Masse bis zur erforderlichen Stärke fortnimmt.

Alle Geschirre von nicht kreisrundem Querschnitt werden in Formen von Gyps gearbeitet, die das Wasser einsaugen. Der Thon wird in die Form eingedrückt, die nun das Wasser einsaugt und den Thon losläßt, weil er durch Wasserverlust etwas schwindet. Die Form besteht oft aus mehreren Stücken, wodurch Nähte entstehen, die mit dem Messer fortgenommen werden. Oft wird das Stück aus mehreren Theilen gemacht, die man nachher an einander preßt. Das Ansetzen von Griffen, Henkeln, Verzierungen ꝛc. geschieht dadurch, daß man Schlicker, dünnen Thonbrei, auf die Ansatzstellen trägt und dann ansetzt. Gegenstände von besonderer Form, wie Röhren, Retorten u. dgl., werden in Gypsformen durch Gießen angefertigt; man gießt dünnen Thonbrei ein und verbreitet ihn gleichmäßig in der Form, welche das Wasser einsaugt und eine Thonschicht läßt, worauf man den noch flüssigen Brei auslaufen läßt, dann eine neue Schicht eingießt, und so fortfährt, bis das Stück die erforderliche Wandstärke erlangt hat, worauf nach einigen Stunden aus der Form genommen wird.

Die geformten Gegenstände werden bei gewöhnlicher Temperatur im Schat- 783
ten getrocknet, und dann einem schwachen Brennen ausgesetzt, dem sogenannten Verglühen, wodurch sie fest werden, aber porös bleiben. Dann werden sie in die Glasurbrühe getaucht, wodurch ein Ueberzug von Glasur bleibt, je nach der Dauer des Eintauchens mehr oder weniger stark, indem der Thon das Wasser einsaugt. Wo der Arbeiter das Stück anfaßt, fehlt die Glasur und wird mit dem Pinsel nachgetragen; Stellen, die frei von Glasur bleiben sollen, überzieht man wohl mit Wachs oder Talg.

Das Gahrbrennen der Waare geschieht in großen Flammöfen; der 784
Schmelzpunkt der Glasur fällt mit der Hitze zusammen, wobei der Thon sich gahr brennt, d. h. im höchsten Hitzegrad, den man in Oefen erzeugen kann. Die Waaren werden der Flamme nicht unmittelbar ausgesetzt, sondern in Büchsen von feuerfestem Thon (Kapseln), oft aus mehreren Stücken bestehend, und von einer Form, die sich nach der Waare richtet. Der Ofen besteht aus mehreren Abtheilungen, Etagen.

Fig. 81 a. f. S. zeigt die äußere Ansicht des Porzellanofens, Fig. 82 denselben im verticalen Durchschnitt. Die obere Abtheilung L'' ist der Verglühraum (vor dem Glasiren), L' und L dienen zum Gahrbrennen der Waare und werden durch je vier Feuerungen f geheizt. Diese bestehen aus einem vierseitigen Heizraum f, der unten einen Rost hat; die Flamme tritt durch Oeffnungen g in den Ofen. G ist der Aschenraum, T die Thür dazu; beide sind

während des Brennens verschlossen. Durch *o* (s. Fig. 81) wird das Brennmaterial, aus Holz von Birken, Pappeln und Nadelholz bestehend, eingelegt. Wenn der Ofen mit Porzellan gefüllt ist, wird das Feuer angezündet, darauf der Aschenfall und *o* geschlossen und verschmiert, und nun von oben Holz nachgetragen; die Luft tritt dann von oben in den Feuerraum und treibt die Flamme lang in den Ofen durch die Oeffnungen *g*; durch die Züge *c c c* zieht sie von *L* in *L'* und in *L''*, worauf die Gase durch die Oeffnung *t* ziehen, die mit

Fig. 81.

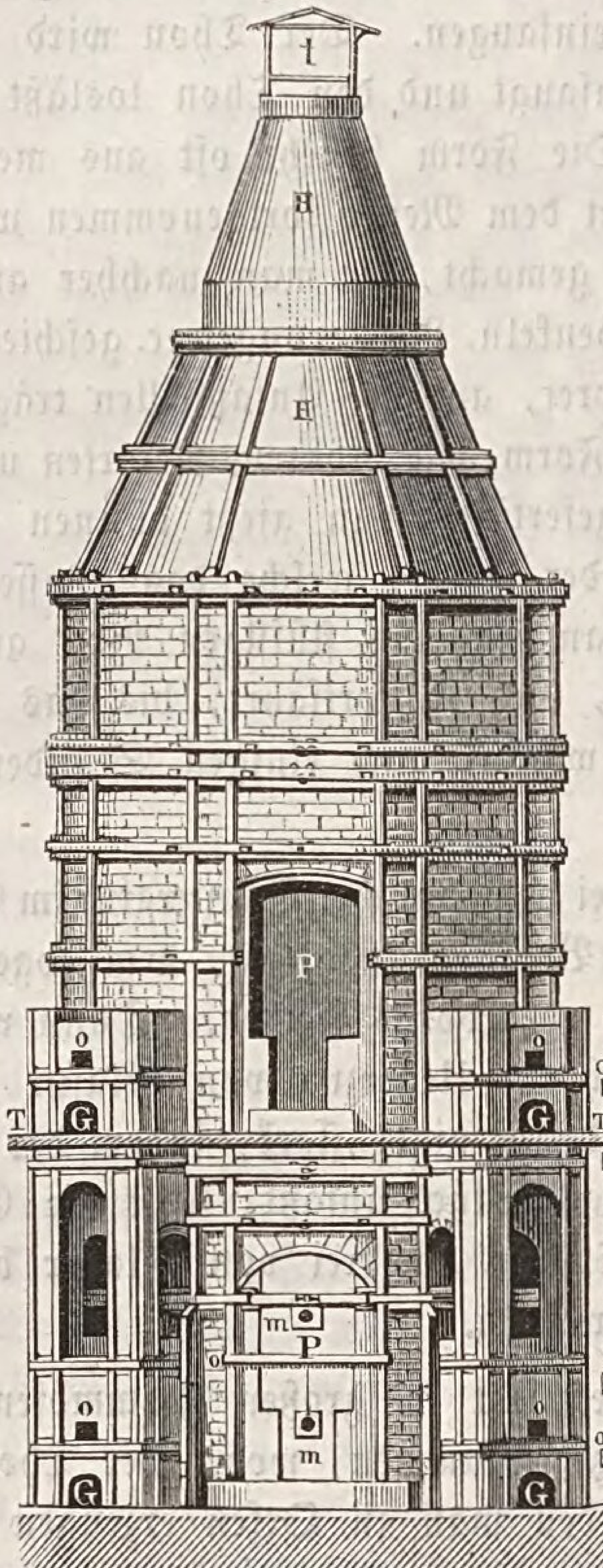
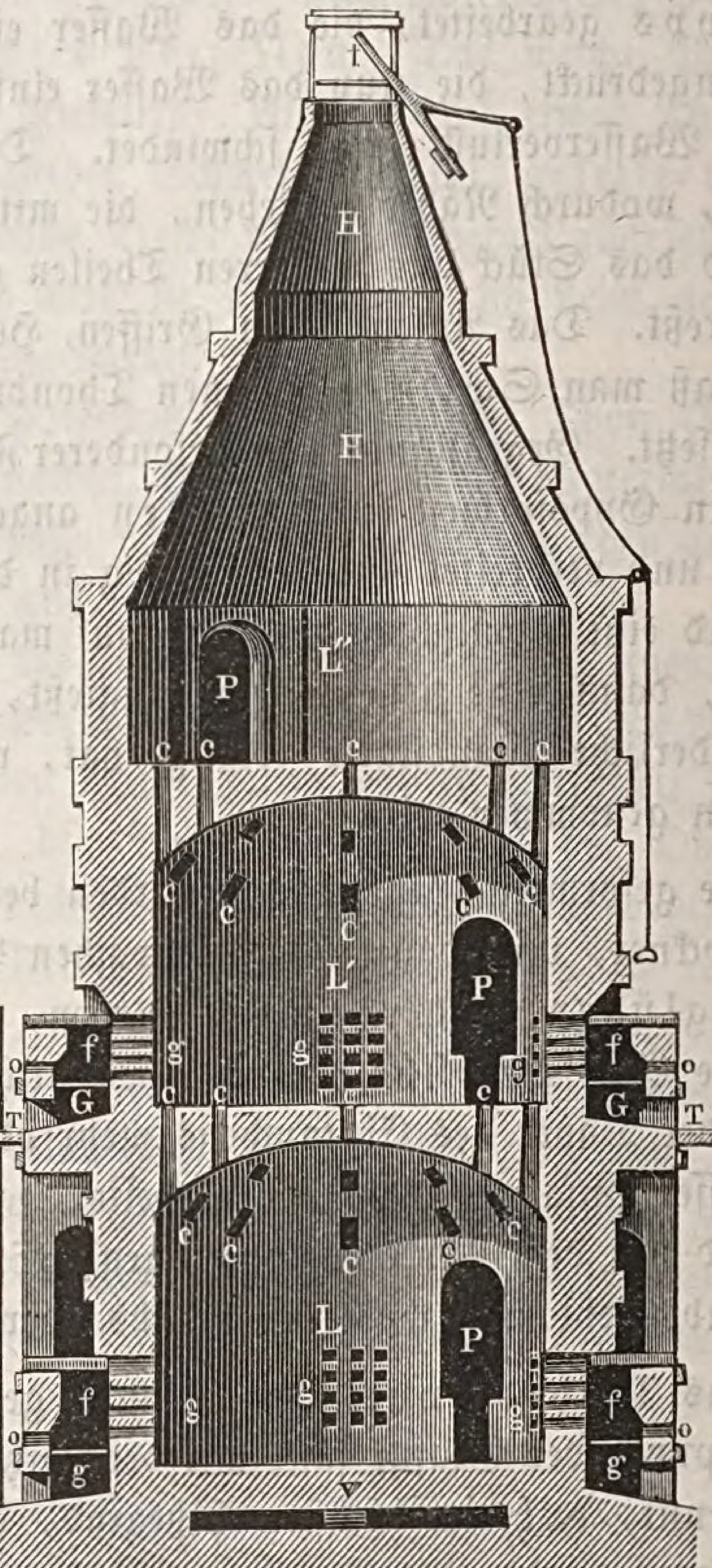


Fig. 82.



einer Klappe zur Regulirung des Zuges versehen ist. Der Ofen ist aus feuerfesten Steinen gemauert und mit starken eisernen Reifen umgeben. Zum Ein- und Austragen des Porzellans dienen die während des Brennens vermauerten Thüren *P*; kleine darin ausgesparte Oeffnungen *m* (Fig. 81) dienen zum Einbringen kleiner glasirter Porzellanplatten, der Probescheiben, woran man den Verlauf des Brennens ersieht. Die Kapseln mit den Waaren werden zu Säulen im Ofen vertheilt, wobei jede Kapsel der andern zum Deckel dient; auch werden die Säulen gestützt und überhaupt sorgfältig aufgebaut, wobei besonders Rücksicht darauf genommen wird, daß die massiveren Waaren in die hei-

heißeste Gegend des Ofens gesetzt werden. Zuerst feuert man schwach, dann nach 12 Stunden scharf. Nach dem Brande wird der Ofen der langsamen Abkühlung überlassen, nach 5 bis 8 Tagen entleert. Die Farbe des gutgebrannten Porzellans ist weiß, milchweiß, in dünnen Schichten durchscheinend.

Das Porzellan wird oft bemalt. Die färbenden Metalloxyde werden mit 785
glasigen Substanzen, bald leichter, bald schwerer schmelzbar, gemengt mit Terpentin- oder Lavendelöl, abgerieben. Diese Farbensätze müssen schmelzen, bevor sie chemisch zersetzt werden, festhaften, und den Einwirkungen des Wassers und der Luft widerstehen. Sie bestehen aus Metalloxyden und Metallen; von ersteren widerstehen nur Kobaltoxyd (blau), Chromoxyd (grün), Eisenoxyd (braun), Titanoxyd (gelb) und Uranoxydul (schwarz) der Hitze des Porzellanofens, und können daher mit der Glasur aufgetragen werden; sie heißen Scharffeuerfarben. Andere, wie Kupferoxyd (grün), Kupferoxydul (roth) ꝛc., zersetzen sich in der Hitze des Ofens und müssen in der Muffel, einem besonders geformten Gefäße von feuerfestem Thon, eingebrannt werden, heißen deshalb auch Muffelfarben; sie werden mit Quarz- und Feldspathpulver und Mennige gemengt, und bilden einen Glassatz, der schmilzt, bevor die Farbe sich zersetzt; auf die Glasur getragen und in der Muffel eingebrannt, liegen sie deshalb auch stets verglas't auf der Glasur, was bei den Scharffeuerfarben nicht der Fall ist. Die Vergoldung wird mit Goldpurpur ausgeführt, den man durch Fällung des in Königswasser gelösten Goldes durch Eisenvitriol erhält; das braune Pulver wird mit Wismuthoxyd und etwas Borax mit Terpentinöl abgerieben, mit dem Pinsel aufgetragen, eingebrannt, und dann mit einem Achat und darauf mit Blutstein (natürlich vorkommendes Fe_2O_3) polirt. Auf ähnliche Art wird Silber und Platin aufgetragen.

2. Das Steinzeug.

Das feine Steinzeug besteht hauptsächlich aus Pfeifenthon mit einem 786
Flußmittel (Feldspath), oft mit Kaolin gemengt; der Fluß, manchmal die Hälfte der Masse, durchsetzt dieselbe schmelzend, ohne jedoch der Waare Durchscheinenheit zu verleihen. Die gemahlenen Materialien bilden eine bildsamere Masse, als die des Porzellans; das Formen geschieht auf der Drehscheibe oder in Formen. Meist wird das feine Steinzeug (feinere Krüge, Liebig's Gaskrug), Vasen mit Verzierungen, in der Masse gefärbt, und erhält keine Glasur; soll es aber glasirt werden, so geschieht es wie beim Porzellan. Das Brennen findet in Oefen und in Kapseln Statt. Das gemeine Steinzeug wird aus meist ziemlich unreinem Thon mit Cement und Quarz angefertigt, als (oft ungeheuer große) Woulff'sche Flaschen, Gefäße zu Säuren und Mineralwasser, Steintöpfe zum Einmachen der Butter, der Gurken ꝛc. Der Thon wird bloß durchknetet und so von Steinen u. dgl. gereinigt, oder auch auf der Thonmaschine (deren beim Fayence nähere Erwähnung geschieht) bearbeitet. Die Geschirre werden meist auf der Scheibe mit der Hand geformt und in liegenden Oefen gebrannt, in denen der Zug fast horizontal geht, ohne Kapseln. Die Glasur

(Schlacken vom Glasschmelzen) wird entweder als Staub auf die gebrannten Geschirre gestäubt, oder dadurch hervorgebracht, daß man gegen das Ende des Brandes, wenn die Geschirre gehörig glühen, Kochsalz in den Ofen wirft, das sich verflüchtigt und bei Gegenwart von Wasserdampf auf die Kieselerde der Masse einwirkt; der O des HO geht zum Na des Chlornatriums, der H des HO zum Cl desselben und bildet HCl, das entweicht; das NaO bildet mit der SiO_3 der Waare kieselsaures Natron, die Glasur. Die Farbe des gemeinen Steinzeugs ist perlgrau, gelblich, braun &c.

3. Die Fayence.

787 Die Fayence hat ihren Namen von der Stadt Faënza in Italien, wo sie zuerst hergestellt wurde. Die Fayence ist undurchsichtig, überzogen mit weicher, leichtflüssiger, blei- oder boraxhaltiger Glasur; sie ist zusammengesetzt aus mehreren Thonarten mit Quarz, ohne wirklichen Fluß, wodurch sie sich von dem Porzellan und dem Steinzeug unterscheidet. Die feine Fayence, besonders die englische, ist dichter und härter, als die gemeine, hat auch eine durchsichtige Glasur, wogegen die gemeine eine emailartige; beide Arten ertragen nicht raschen Temperaturwechsel. Der Thon in der Masse der feinen Fayence beträgt 1 Thl., wogegen die Kieselsäure 3 Thle. Der Thon wird geschlemmt, oder auf der Thonmaschine, Thonmühle, bearbeitet. Diese Maschine ist ein hölzerner Bottich, in dem eine senkrechte, mit mehreren horizontalen Armen versehene Eisenaxe sich dreht. Die Arme, deren Ansatzstellen auf der Axe eine Schraubenlinie bilden, so daß einer immer höher und in anderer senkrechten Ebene liegt, als der benachbarte, tragen senkrecht aufgezogene Klingen, die beim Drehen den Thon durchschneiden; die unteren Klingen sind schief gestellt; sie nehmen den von den oberen Klingen durchgearbeiteten Thon vom Boden auf und drängen ihn durch eine Oeffnung am Grunde des Bottichs. Der Quarz wird geglüht, in Wasser abgeschreckt, wodurch er zerspringt, gemahlen, und dem Thon, bevor er in die Mühle gelangt, zugesetzt. Das Formen geschieht meist auf der Drehscheibe, oder in Gypsformen. Die Waare wird in Thonkapseln zweimal gebrannt, zuerst gahr, dann wird die Glasur eingebrannt, die aus Feldspath, Sand, Soda, Borax, Bleiglätte oder Mennige &c. in wechselnden Verhältnissen besteht; sie muß durchsichtig sein nnd nicht leicht springen. Das Glasiren geschieht durch Eintauchen, wie beim Porzellan. In den Oefen werden Steinkohlen gebrannt. Die Fayencewaaren werden häufig bedruckt; man macht aus Farbe, mit Leinöl abgerieben, mittelst Kupferplatten auf Papier einen Abdruck, den man mit der Druckfläche aufklebt; dann wird das Geschirr in Wasser getaucht, wodurch das Papier abweicht, die Zeichnung aber bleibt; diese wird nun eingebrannt, und das Geschirr glasirt. Metalllüstres werden hervorgebracht durch Auftragen sehr verdünnter Metalloxydlösungen, die durch Rauch (Anräuchern) sich reduciren.

Die thönernen Pfeifen werden aus weißem, eisenfreiem Thon in Messingformen geformt, gebohrt und in Kapseln in kleinen Oefen gebrannt.

Die gemeine Fayence zeigt eine Masse, die nicht weiß, sehr porös und

leicht ritzbar ist, zusammengesetzt aus Thon, Thonmergel und Quarz; sie wird auf der Drehscheibe oder in Gypsformen geformt. Die Waare wird erst verglüht, dann glasirt und in Oefen gebrannt, theils in Kapseln eingesetzt, theils nur auf Thonplatten ruhend, die wieder durch kleine Thonsäulen gestützt werden. Die Glasur ist eine Bleiglasur, aus Quarz, Soda, Kochsalz, Blei und Zinn bestehend.

4. Die ordinären Thonwaaren.

Das gemeine Töpfergeschirr muß Temperaturwechsel ertragen, da es zum 788
Kochen dienen soll. Die Masse besteht aus verschiedenen Thonen mit Mergel 2c. Die Waare ist nur schwach gebrannt, locker im Gefüge, porös; die Glasur ist meist ein Bleiglas; sie wird durch Eintauchen, durch Angießen oder Aufstäuben aufgetragen und dann eingebrannt. Die Oefen sind gewöhnlich liegende mit einer Feuerung. Den Waaren kann eine schwarze Färbung dadurch gegeben werden, daß man in den Feuerraum nicht ganz trocknes Espenholz, Laub, wirft, und die Züge schließt.

Steine aus Thon werden aus Lehm gemacht, dem man Sand, Stein- 789
kohlenklein 2c. zusetzt, um dem starken Schwinden zu begegnen. Der Lehm wird in Gruben mit Wasser übergossen, bis er zergangen ist, dann von Arbeitern mit bloßen Füßen durchgeknetet, wobei dieselben die harten Theile fühlen und entfernen können. Häufig wird der Lehm auch auf einer Art Thonmühle verarbeitet; diese besteht aus einem großen Kasten, in dem eine Axe mit Armen sich dreht, durch Pferde an Zugstangen in Bewegung gesetzt; der oben eingefüllte Lehm quillt unten aus dem Kasten. Die Ziegel werden in viereckigen Rahmen von Holz oder Eisen geformt, mit dem Streichbrette auf den breiten Seiten glatt gestrichen, dann zum Trocknen flach hingelegt, und endlich auf der hohen Kante zu einer Art Mauer aufgeschichtet, in welcher Zwischenräume und Gassen gelassen werden; diese Mauern werden mit Strohmatten gedeckt. Die Dachziegel werden auf einem Brette geformt, das an der schmalen Seite eine Vertiefung hat, worin sich die »Nase« bildet, der Vorsprung, durch den der Ziegel am Sparren hängt; Leisten, von der Dicke des Ziegels, umsäumen das Brett. In den dadurch gebildeten Raum wird der Lehm eingedrückt, das Ueberschüssige mit einem Drahte glatt über dem Leisten abgeschnitten, und darauf die Schnittfläche mit einem Holze geebnet; die gebogene Form erlangt der Dachziegel dadurch, daß man denselben über einem Holze, dem Formblocke, biegt. Die Dachziegel werden immer in Oefen gebrannt, die Ziegelsteine theils in Oefen, theils in Haufen, Meilern, wie es in den Rheingegenden fast allgemein geschieht; in letzterem Falle werden die Steine zu einer breiten, abgekürzten Pyramide aufgesetzt, indem man am Boden und höher hinauf Feuergassen läßt, und Kohlenklein zwischen die einzelnen Schichten bringt; der Ziegelofen erhält zuletzt eine dicke Decke von Lehm; auch wird wohl eine Mauer aufgeführt an der Seite, die dem herrschenden Winde (und der Wetterseite) zugekehrt ist; zum Brennmaterial benutzt man meist Steinkohlen. In

den Oefen brennt man auch Holz und Torf. Die Steine in den Meilern sind sehr ungleich gebrannt, manche sind hartgebrannt, etwas zusammengesintert, braun, klingen beim Anschlagen, Klinker, andere sind roth, aber doch noch hart, wieder andere nur leicht gebrannt, in manchen Gegenden Bleiche genannt; diese sind viel wohlfeiler als die gut gebrannten und finden sich meist an den Außenseiten. Schwarze Dachziegel werden durch Anräuchern, wie bei den ordinären Thonwaaren, hervorgebracht; oft werden sie mit einer Glasur aus Mennige und Braunstein überzogen.

790 Feuerfeste Thonwaaren sind Schmelztiegel, feuerfeste Steine zum Auskleiden von Glühräumen, Gasretorten. Im Allgemeinen sind die Thone desto schwerer schmelzbar, je weniger sie andere Basen enthalten, Alkalien, Kalk, Magnesia, Eisenoxyd. Die Passauer oder Ypser Tiegel bestehen aus 1 Thl. plastischem Thon und 2 bis 3 Thln. Graphit, der in der Gegend von Passau sich findet, und Kohle, Kieselerde, Thon, Eisenoxyd enthält; sie werden nur scharf getrocknet.

Die hessischen Schmelztiegel von Groß-Almerode enthalten 71 Proc. SiO_3, 25 Proc. Thonerde, 4 Proc. Eisenoxyd; diese werden scharf gebrannt Der feuerfeste Thon enthält im Durchschnitt 15 bis 10 Thle. gebundenes Wasser, 46 bis 44 Thle. SiO_3, 34 bis 21 Thle. Thonerde, 3 bis 4 Thle. Eisenoxyd. Besonders sorgfältig werden die Glashäfen und die Tiegel, die zum Schmelzen des Gußstahls dienen, angefertigt. Die thönernen Gasretorten werden bis zu $1/4$ des Gewichts mit Sägespänen gemengt, die, verbrennend, die Thonwände sehr porös machen, wodurch man erreicht, daß die bis 3 Zoll dicken Wände den raschen Temperaturwechsel beim Ausleeren und Wiederbeschicken ohne zu reißen aushalten; sie werden gewöhnlich in Formen gepreßt. Die feuerfesten Ziegel (Chamottsteine) werden aus plastischem Thon mit einem Zusatz von gemahlenen, feuerfesten Thonscherben und Quarz gemacht, und in Oefen gebrannt.

---

791 Die löslichen Thonerdesalze schmecken säuerlich-süß zusammenziehend; sie röthen Lackmuspapier und sind farblos. Aetzkali fällt aus den Auflösungen der Thonerdesalze einen voluminösen Niederschlag, der sich im Ueberschuß von Kali wieder löst; er erscheint aber wieder bei Zusatz von Salmiak. Aetzammoniak bewirkt ebenfalls Niederschlag, wie auch kohlensaures Kali oder Natron. Erhitzt man Thonerde oder eine Verbindung von Thonerde auf Kohle vor dem Löthrohr, befeuchtet mit salpetersaurer Kobaltoxydlösung und glüht wieder stark, so erhält man eine ungeschmolzene tiefblaue Masse, besonders nach dem Erkalten.

X. Beryll, Beryllium, Be.

792 Das Be wird wie das Al durch Zersetzung des Chlorberylliums mit K als graues Pulver erhalten, das mit blankem Stahl gerieben Metallglanz

zeigt; es verbrennt an der Luft, bis zum Rothglühen erhitzt, mit glänzendem Lichte zu Beryllerde.

Verbindungen mit O.

Berylliumoxyd, Beryllerde, Be_2O_3.

Die Be_2O_3 findet sich nicht sehr verbreitet auf der Erde, besonders als kiesel- 793
saure Beryllerde mit kieselsaurer Thonerde im Beryll, der in Amerika und Sibirien, auch in Europa vorkommt, zu 12 bis 13 Proc. Der fein gepulverte Beryll (1 Thl.) wird mit trocknem kohlensauren Kali (3 Thle.) stark geglüht (im Platintiegel über der Rauschflamme, Aeolipile (s. Anhang), wodurch wenigstens natürliche Thone, also kieselsaure Thonerde, sehr gut zum Schmelzen, oder doch zum starken Zusammensintern gebracht werden); dann mit etwas Wasser und darauf mit HCl übergossen, welche Beryllerde, Thonerde und das Kali löst. Darauf wird zur Trockne abgedampft, wodurch die SiO_3 unlöslich wird, etwas mit HCl befeuchtet und mit Wasser gekocht, welches Alles andere löst, außer der SiO_3; Aetzammoniak schlägt aus der abfiltrirten Flüssigkeit die Thonerde, und die Beryllerde (Eisenoxyd) nieder; nach dem Auswaschen des Niederschlags wird derselbe mit einer concentrirten Lösung von kohlensaurem Ammoniak digerirt, welches nur die Beryllerde löst; die Lösung läßt beim Kochen kohlensaure Beryllerde fallen, welche geglüht reine Beryllerde liefert. Die Beryllerde vom specif. Gewicht, = 3,09 stellt dann ein weißes, lockeres, geschmackloses Pulver dar, das in Wasser nicht, wohl aber in Säuren und in doppeltschwefelsaurem Kali sich löst, woraus Aetzammoniak die Erde als Hydrat niederschlägt, ähnlich dem Thonerdehydrat.

Verbindung mit den Halogenen.

Das **Chlorberyllium**, Berylliumchlorid, Be_2Cl_3, wird wie das 794
Aluminiumchlorid in weißen Nadeln erhalten, die leicht zerfließen.

Sauerstoffsalze.

Die Salze werden meist gewonnen durch Lösung des kohlensauren Berylls 795
oder des Hydrats in den betreffenden Säuren. Sie haben, wenn sie löslich sind, einen süßen, schwach zusammenziehenden Geschmack, daher man die Erde auch wohl **Glycinerde** nennt (von dem griechischen Worte glykys, süß), das Metall **Glycium**.

Die **kieselsaure Beryllerde** bildet mit kieselsaurer Thonerde den **Beryll**, der in undurchsichtigen (grüngelben) Krystallen und in derben Massen vorkommt; er kommt aber auch in schönen grünen Krystallen vor, als **Smaragd**, und in bläulichen Krystallen, die **Aquamarine** heißen.

796 Die Be_2O_3, mit Kobaltsolution vor dem Löthrohr geglüht, wird nicht blau; das Hydrat löst sich in kohlensaurem Ammoniak und in Salmiaklösung, nicht das Thonerdehydrat.

XI. Zircon, Zirconium, Zr.

797 Das Zirconium findet sich als kieselsaure Zirconerde in dem Mineral Zircon, auf Ceylon, in Norwegen und in Rußland, und im Hyacinth, einem rothen Edelsteine. Das Mineral wird glühend in Wasser abgeschreckt und dann gepulvert; 1 Thl. des Pulvers mit 4 Thln. NaO, CO_2 wird im Platintiegel heftig geglüht, mit Wasser benetzt und in HCl gelöst, zur Trockne verdampft und wieder in Wasser aufgenommen, wobei die SiO_3 ungelöst bleibt. Aus der abfiltrirten Flüssigkeit fällt Aetzammoniak Zirconerdehydrat. Dann wird das ausgewaschene Zirconerdehydrat in Fluorwasserstoffsäure gelöst und mit Fluorkalium (durch Versetzen von Fluorwasserstoffsäure mit KO, CO_2 bereitet), gemischt, wodurch Fluorzirconiumkalium niederschlägt; dieses wird vollkommen ausgetrocknet und zerrieben mit K in der Glasröhre erhitzt (s. Bor und Silicium); die Masse setzt in Wasser gelöst ein schwarzes Pulver von Zirconium ab, das mit glattem Stahl gerieben Eisenglanz annimmt. Es verbrennt, an der Luft erhitzt, mit großem Glanze zu Zirconerde.

Verbindung mit O.

Zirconerde, Zr_2O_3.

798 Die Zirconerde stellt als Hydrat eine weiße, etwas gallertartige, voluminöse Masse dar, die zu glasartigen gelblichen Stücken eintrocknet, $= Zr_2O_3 + 3HO$; nach dem Glühen bleibt reine Zirconerde als weißes Pulver.

Verbindungen mit den Halogenen.

799 Das Chlorzirconium, Zirconiumchlorid, Zr_2Cl_3, wird erhalten wie das Aluminiumchlorid als weiße Salzmasse. — Das Fluorzirconium wird erhalten durch Lösung des Hydrats in Flußsäure.

Sauerstoffsalze.

800 Die Salze werden meist durch Lösung des Hydrats in den betreffenden Säuren erhalten. Kieselsaure Zirconerde bildet die Mineralien Zircon und Hyacinth.

---

801 Die löslichen Zinconerdesalze haben einen zusammenziehenden sauren Geschmack. Aetzammoniak fällt aus den Salzen Zirconerdehydrat; ebenso Kali und Natron, wobei der Niederschlag nicht löslich ist im Ueberschuß des Fäl-

lungsmittels (wie Thonerde und Beryllerde). Eine concentrirte Lösung von schwefelsaurem Kali schlägt schwefelsaure Zirconerde nieder.

XII. Nor, Norium, No.

Das Norium findet sich in den Zirconen von Norwegen. Die vollständige 802
Trennung der Norerde von der Zirconerde ist noch nicht gelungen.

XIII. Thor, Thorium, Th.

Das Thorium ist in einem schwarzen, norwegischen Mineral, dem Thorit, 803
und in einigen anderen seltenen Mineralien enthalten. Das Pulver des Minerals wird mit Salzsäure digerirt, die es zur gallertartigen Masse löst. Diese wird eingedampft, in Wasser gelöst, die SiO_3 abfiltrirt, durch HS Zinn und Blei entfernt, durch Ammoniak gefällt, der gewaschene Niederschlag in verdünnter Schwefelsäure gelöst und eingedampft, wobei sich eine weiße Masse absondert, schwefelsaure Thorerde, die geglüht Thorerde liefert. Aus der Thorerde wird Chlorthorium dargestellt, auf dieselbe Weise wie das Chloraluminium, woraus man das Metall gewinnt, wie das Aluminium. Das Thorium ist ein dunkel bleifarbenes Pulver, das dem Al gleicht; an der Luft erhitzt verbrennt es zu Thorerde, Th O.

Verbindungen mit O.

Die Thorerde, Th O, deren Darstellung in Nr. 803, ist ein weißes Pul- 804
ver vom specif. Gewicht = 9,4. Aus den Salzen mit Aetzammoniak gefällt, bildet sie ein gallertartiges Hydrat, das sich feucht in Säuren löst und damit die Thorerdesalze bildet.

Verbindung mit den Halogenen.

Das Chlorthorium, Th Cl, ist eine zerfließliche Masse; bildet subli- 805
mirt glänzende Krystalle. Das Hydrat in H Cl gelöst, liefert eine krystallinische Masse von wasserhaltigem Th Cl.

Sauerstoffsalze.

Die Thorerdesalze schmecken etwas zusammenziehend. Kohlensaure Alka- 806
lien fällen kohlensaure Thorerde, kohlensaures Ammoniak nicht. Die schwefelsaure Thorerde, Th O, SO_3, krystallisirt in Rhomben.

XIV. Yttrium, Y. XV. Erbium, E. XVI. Terbium, Tb.

807 In einem schwarzen Mineral, das zu Ytterby in Schweden sich findet, dem Gadolinit, hat man die Oxyde dieser drei Metalle entdeckt, die Yttererde, Erbinerde und Terbinerde, deren vollständige Trennung aber noch nicht gelungen ist. Ein Gemenge der drei Erden erhält man aus dem Gadolinit auf folgende Weise: Das Pulver des Minerals wird mit Königswasser gekocht, abgedampft, in Wasser aufgenommen, die SiO_3 abgeschieden, und dann mit oxalsaurem Ammoniak gefällt; der Niederschlag wird geglüht, dann in HCl gelöst und dieser Lösung KO, SO_3 bis zur Sättigung zugesetzt; die abgegossene Flüssigkeit wird mit oxalsaurem Kali niedergeschlagen und der Niederschlag geglüht. Zur Abscheidung von Manganoxyd und Kalk wird in Salpetersäure gelöst, zur Trockne verdampft und geschmolzen, worauf in Wasser das Manganoxyd als schwarzes Pulver sich abscheidet. Zuletzt wird mit Aetzammoniak gefällt, wodurch das Hydrat der Erden bleibt, das nach dem Glühen eine blaßgelbe Erde liefert. Nach theilweiser Trennung ist die Yttererde milchweiß, leicht löslich in Säuren; die Erbinerde dunkel orangegelb; die Terbinerde wahrscheinlich weiß. Die Salze der Erden schmecken süß zusammenziehend. Schwefelsaure Yttererde krystallisirt in farblosen Krystallen; schwefelsaure Terbinerde bildet röthliche, leicht verwitternde Krystalle; schwefelsaure Erbinerde farblose Krystalle.

XVII. Cerium, Ce. XVIII. Lanthanium, La. XIX. Didymium, D.

808 In dem Cerit (Schweden) und einigen anderen Mineralien kommen diese drei Metalle in ihren Oxyden vor. Das gepulverte Mineral wird mit HCl und etwas Salpetersäure digerirt, eingedampft, die SiO_3 abgeschieden und mit HS behandelt. Dann wird Chlorwasser zugesetzt (zur Oxydation des Eisenchlorürs) und das Eisenoxyd mit bernsteinsaurem Ammoniak gefällt; Aetzammoniak fällt dann das braune Gemenge der drei Erden. Das Hydrat der Erden wird, in Wasser aufgerührt, mit Chlor behandelt, das man durchleitet, wodurch Lanthanoxyd und Didymoxyd gelöst werden; es bleibt das Ceroxyd als gelbes Pulver.

Die Flüssigkeit wird mit Kalihydrat versetzt, wodurch die Hydrate von Didymoxyd und Lanthanoxyd niederfallen; diese werden in Schwefelsäure gelöst und zur Trockne verdampft. Das entstandene schwefelsaure Salz wird in sechsmal soviel mit Eis gekühltem Wasser gelöst, woraus beim Erwärmen bis 40° C. hellrothes, schwefelsaures Lanthanoxyd sich absetzt, das nach öfterem Lösen in Wasser und Erwärmen farblos wird; aus der Lösung des Salzes in Wasser schlägt kohlensaures Ammoniak Lanthanoxyd nieder. Die von den Krystallen des schwefelsauren Lanthanoxyds abgegossene rothe Flüssigkeit wird mit dem

gleichen Gewicht Wasser verdünnt; man setzt Schwefelsäure zu und läßt verdampfen; von den entstandenen Krystallen werden die rothen, schwefelsaures Didymoxyd, in Wasser gelöst und mit KO, HO daraus Didymoxydhydrat gefällt, das nach dem Glühen Oxyd läßt. Das Ceroxyd ist gelb, ebenso die Salze. Das Cermetall, aus dem Chlorür und Na erhalten, bildet ein graues Pulver. Das Lanthanoxyd ist röthlich, fast weiß; die Salze sind farblos, von süßem Geschmack. Aus dem Chlorür durch K reducirt, stellt das Lanthanmetall eine bleigraue Masse dar. Das Didymoxyd ist hellbraun; die Salze sind amethystroth. Das Hydrat ist bläulich violett.

Die elf zuletzt behandelten Metalle, Al, Be, Zr, No, Th, Y, E, Tb, Ce, 809
La, D, bilden die Gruppe der eigentlichen Erden oder der Erdmetalle. Die Oxyde dieser Metalle sind in Wasser unlöslich, schwächere Basen als die der Erdalkalimetalle. Ihre Salze sind farblos, wenn die Säure farblos; ihre Haloidsalze zum Theil flüchtig.

Fragen und Aufgaben zu schriftlicher Ausarbeitung.

a. Eigenschaften des Aluminiums! — b. Aus Alaunlösung fällt kohlensaures Ammoniak $Al_2O_3 + 3HO$; es soll das Schema angegeben werden, das diesen Vorgang verdeutlicht! — c. Welchen doppelten Charakter zeigt Thonerdehydrat, und welche Eigenschaft desselben wird dadurch bewiesen? — d. Was sind Lackfarben? — e. Warum muß man Thon (kieselsaure Thonerde) vorher glühen, wenn er sich in Schwefelsäure lösen soll? — f. Warum wird der Alaunschiefer geröstet? — g. Man macht wohl Alaun, indem man Holzasche mit Thonerde durchsetzt, der Einwirkung der Luft aussetzt, und mit SO_3, HO auskocht; wie entsteht da der Alaun? — h. Welcher chemische Vorgang macht es möglich, mit Kochsalz Thonwaaren zu glasiren? — i. Unter Nr. 788 ist bemerkt, daß man den Thonwaaren eine schwarze Färbung dadurch ertheilen könne, daß man feuchtes Laub ꝛc. in den Ofen wirft und die Züge schließt; durch welchen chemischen Prozeß wird hier wohl die schwarze Farbe hervorgebracht? — k. Wodurch sind Thonerde und ihre Verbindungen leicht vor dem Löthrohr zu erkennen? — l. Vermöge welcher Eigenschaft werden Thonerde und ihre Salze so häufig in der Färberei gebraucht?

Die bis jetzt abgehandelten Metalle zeichnen sich durch ihre Leichtigkeit 810
aus; ihr specif. Gewicht ist kleiner als 5, daher man sie auch Leichtmetalle nennt. Sie finden sich in der Natur nur als Oxyde, als Sauerstoff- oder Haloidsalze, niemals gediegen. Das KO, NaO, CaO, MgO, Al_2O_3 bilden mit Säuren, namentlich mit SiO_3, die Hauptmasse der Erdrinde.

a. Tabellarische Uebersicht der Leichtmetalle
K, Na ($NaHO_4$), Ba, Ca, Mg, Al, Be, Zr, Th.

Namen.	Farbe und Glanz.	Specifisches Gewicht.	Physikalische Eigenschaften.	Chemische Eigenschaften.	Darstellungsweise.
Al.	Zinnweiß glänzend.	2,7	Ziemlich geschmeidig, schmelzbar; ziemlich hart.	Löst sich heftig in KaO, HO und HCl; nicht in concentrirter NO_5, HO.	Aus dem Al_2Cl_3 mit Na.

Nach diesem Beispiel sind die anderen oben aufgeführten Leichtmetalle zu behandeln!

b. Tabellarische Uebersicht der Oxydhydrate von K, Na, Ba, und der Oxyde und Oxydhydrate von Ca, Mg, Al.

Namen.	Farbe.	Geschmack.	Chemisches Verhalten.	Technische Benutzung.	Bereitung, Gewinnung.	Vorkommen.
KO,HO	weiß.	Aetzend scharf.	Die stärkste Basis; zerstört thierische Gebilde, Haut rc. Löst Fette zu Seife. Zieht leicht CO_2 und HO an; zerfließt.	Zur Bereitung der Seife, des Glases, zum Entfetten von Haaren.	Durch Kochen mit Wasser und CaO,HO aus Pottasche und reinem KO, CO_2.	In den Pflanzen besonders, auch in Mineralien; im thierischen Körper.

Auf diese Weise zu verfahren!

c. Tabellarische Uebersicht der Chlorverbindungen der Leichtmetalle K, Na, Ba, Ca, Mg, Al (NH_4).

Namen.	Farbe.	Geschmack.	Chemisches Verhalten.	Technische Benutzung.	Bereitung, Gewinnung.	Vorkommen.
$Al_2 Cl_3$.	Gelblich durchscheinend, krystallinisch.		Raucht an der Luft; zieht Wasser an; zerfließt; krystallisirt mit 12 HO.	Zur Bereitung des Aluminiummetalls.	Durch Ueberleiten von trocknem Cl über glühendes $Al_2 O_3$ mit C gemengt.	

Ausführung nach diesem Muster!

d. Tabellarische Uebersicht der kohlensauren, schwefelsauren und salpetersauren Salze der unter c. aufgeführten Metalle.

Namen.	Geschmack.	Verbindung mit Wasser.	Chemisches Verhalten.	Technische Benutzung.	Bereitung, Gewinnung.	Vorkommen.
KO, CO_2	Laugenhaft, alkalisch.	Als Krystalle mit 2 HO.	Zieht Wasser an. Fällt fast alle Basen als kohlensaure Verbindungen.	Zur Seifensiederei; zur Glasfabrikation; zum Waschen und Büken des Zeuges. (In der Medicin.)	Als Pottasche durch Verbrennen von Holz rc.; als reines KO, CO_2 durch Verpuffen von Cremor tartari und Salpeter, Auslaugen, Abdampfen.	Besonders in den Pflanzen.

Ausführung nach diesem Beispiele!

XX. Mangan, Manganium, Mn.

811 Der von Eisenoxyd gereinigten Auflösung von schwefelsaurem Manganoxydul, die wir bei der Bereitung des O aus MnO_2 und SO_3,HO erhielten, oder der Lösung von Manganchlorür, Rückstand von der Entwickelung des Cl aus MnO_2 und HCl, wird Sodalösung so lange zugesetzt, als noch ein weißer Niederschlag von kohlensaurem Manganoxydul entsteht. Dieses wird auf dem Filter sorgfältig ausgewaschen, getrocknet, und in einem Tiegel, dem man einen Deckel (eine Thonplatte, einen umgekehrten Tiegel) aufgesetzt und mit Lehm oder Gyps verschmiert hat, heftig geglüht. Das erhaltene grüne Pulver, MnO, wird mit $^1/_{10}$ Holzkohlen und $^1/_{10}$ geschmolzenem Borax gemengt und in einen Porzellantiegel mit Deckel gebracht; dieser wird in einen größeren Thontiegel gesetzt und so mit kleinen Kohlenstückchen umgeben, daß er nirgends die Wand des Thontiegels berührt, der dann, mit aufgekittetem Deckel im Sefström'schen Ofen (s. Anhang) $1^1/_2$ bis 2 Stunden lang einer möglichst starken Hitze ausgesetzt wird.

Man findet das Metall mit etwas Kohlenstoff verbunden gewöhnlich in halbkugeliger Masse; um es von C zu befreien, wird es im verschlossenen, dem Kohlentiegel eingesetzten Porzellantiegel mit trocknem NaO,CO_2 geschmolzen.

812 Das nun erhaltene reine Mn ist von der Farbe des Gußeisens, grauweiß, vom specif. Gewicht = 8. Es ist spröde, so daß es unter dem Hammer zerspringt. An feuchter Luft bedeckt es sich schnell mit einer braunen Oxydhaut. Kaltes Wasser zersetzt es langsam, kochend heißes aber sehr schnell. Man muß es gegen die Einwirkung der Luft unter Steinöl bewahren, oder in zugeblasener Glasröhre.

Verbindungen mit O.

a. Manganoxydul, MnO.

813 Das Manganoxydul kann, wie in Nr. 811 gezeigt ist, durch heftiges Glühen aus dem MnO,CO_2 dargestellt werden. Leichter ist es zu erhalten auf folgende Art: Eine Auflösung von Manganchlorür wird unter Zusatz von etwas Salmiak, zur Trockne verdampft; dann wird wieder Salmiak zugesetzt und im bedeckten Porzellan- oder Platintiegel über der Lampe mit doppeltem Luftzuge geschmolzen; die geschmolzene Masse wird mit dem gleichen Gewichte trocknem NaO,CO_2 und etwas Salmiak wieder im bedeckten Tiegel geschmolzen. Beim Auslaugen bleibt MnO als grünlich graues Pulver, das sich nicht an der Luft verändert. Durch die Schmelzung mit NaO,CO_2 entsteht MnO,CO_2 und NaCl; das erstere wird reducirt, wozu der H des Salmiaks beiträgt. In einem Strome trockenen Wasserstoffgases läßt sich das MnO,CO_2 leicht durch Erhitzen mit der Spirituslampe zu MnO reduciren; es oxydirt sich aber leicht höher, fast wie das durch H aus Fe_2O_3 gewonnene Eisen. Will man es so

halten, als schön hellgrünes Pulver, so muß man den Theil der Reducirungsröhre, wo das gebildete MnO liegt, abschmelzen und schließen, zu welchem Zwecke man sie vorher zur offenen Spitze auszieht, das MnO, CO_2 einlegt und zur dünnen Verbindungsröhre auszieht, die leicht zugeschmolzen werden kann; wird dann noch rasch die Spitze zugeschmolzen, so hat man das MnO in einem mit H gefüllten Raume. MnO ist eine kräftige Basis.

Fällt man schwefelsaures Manganoxydul durch Aetzkali oder Aetzammoniak, 814
so erhält man einen weißen Niederschlag, Manganoxydulhydrat, der beim Auswaschen nach und nach braun, zu Manganoxydhydrat wird.

b. Manganoxyd, Mn_2O_3.

Es wird erhalten durch vorsichtiges Entwässern des in Nr. 814 gewon- 815
nenen Manganoxydhydrats als röthlich braunes Pulver. In der Natur kommt es vor als Mineral, als Hydrat, Manganit, $Mn_2O_3 + HO$, welches zerrieben ein braunes Pulver giebt.

Wird der Boraxperle etwas Mn_2O_3 zugesetzt und geschmolzen, so wird sie 816
in der äußern Flamme violett gefärbt (s. beim Borax); in der inneren Flamme erhitzt, wird sie farblos, weil das Oxyd sich zu Oxydul desoxydirt. In Salzsäure, sowie in sehr wenig erwärmter Schwefelsäure löst es sich mit dunkelrother Farbe; die erstere Lösung wird durch Erhitzen, die zweite durch desoxydirende Körper sehr leicht zersetzt.

c. Manganoxydoxydul, $MnO + Mn_2O_3$.

Diese Verbindung entsteht immer bei starkem Erhitzen eines Oxyds des 817
Mangans, auch des MnO, CO_2 bei Luftzutritt. In der Natur kommt es vor als Schwarzmangan, Hausmannit; sein Pulver ist braun.

d. Mangansuperoxyd, Braunstein, MnO_2.

Es wird als stahlgraues Erz gefunden, und heißt Pyrolusit, Grau- 818
braunsteinerz; es ist krystallinisch, stengelig, erdig, und kommt auf Gängen vor (am Harz bei Ilefeld). Das graphitfarbene Pulver, auf weißem Papier zerrieben, bildet einen stahlgrauen Fleck, wenn es rein ist, hingegen einen mehr oder weniger braunen Fleck, wenn es mit Mn_2O_3 verunreinigt ist.

Es wird in der Chemie vielfach gebraucht, auch in den Gewerben, nament- 819
lich zur Sauerstoff- und Chlorbereitung, auch um andere Körper höher zu oxydiren; so wird es wohl dem Glassatze zugesetzt, um das das Glas stark färbende FeO in Fe_2O_3 zu verwandeln, welches wenig gelb färbt. Dieser Eigenschaft wegen nennen es die Glasbläser Glasmacherseife; der Namen Pyrolusit ist dem Mineral ebenfalls gegeben wegen der Eigenschaft, Glas zu entfärben (von den griechischen Wörtern pyr, das Feuer, lyo, ich wasche). Es bildet mit Wasser mehrere Hydrate.

820 Wird MnO_2 bis zum anfangenden Glühen erhitzt, so entsteht Mn_2O_3 beim stärkeren Erhitzen wird auch dies zersetzt, und es bleibt ein Gemenge von Manganoxyd mit Manganoxydul, $Mn_2O_3 + MnO$. Die Boraxperle wird vom MnO_2 amethystroth gefärbt, von einer großen Menge fast schwarz. Es färbt auch das Glas, wird daher oft gebraucht, Glas zu färben, und Thonwaaren, z. B. Dachziegeln, eine braunschwarze Bleiglasur zu geben.

821 Die Wichtigkeit, welche der Braunstein hat, vermöge seiner Anwendung im Leben, z. B. zur Chlorbereitung, hat auf Prüfungen denken lassen, denselben rasch auf seinen Werth zu bestimmen. Bei der folgenden Prüfung bestimmt man, wie viel Chlor (aus MnO_2 und HCl bereitet) eine gewisse Menge Eisenvitriol höher zu oxydiren vermag; nämlich $2FeO + Cl + HO = Fe_2O_3 + HCl$, also 2 Aequivalente Eisenvitriol = 3476 können durch 1 Aequivalent Chlor = 443, aus 1 Aequivalent reinem MnO_2 = 546 entwickelt, in schwefelsaures Eisenoxyd verwandelt werden:

$$\overset{MnO_2}{546} : \overset{FeO,SO_3 + 7HO}{3476} = \overset{Grm.}{50} : \overset{Grm.}{x};\quad x = 318,$$

d. h. 50 Gr. MnO_2 können 318 Gr. $FeO, SO_3 + 7HO$ oxydiren.

In einer Kochflasche werden 50 Gr. des zu prüfenden Braunsteins, sehr fein zerrieben, mit $1\frac{1}{2}$ Unzen starker Salzsäure und $\frac{1}{2}$ Unze Wasser übergossen; dann setzt man von 318 Gr. Eisenvitriol (so bereitet, wie bei der Prüfung des Chlorkalks gesagt ist) so lange in anfangs größeren, dann kleineren Mengen zu, bis die Flüssigkeit nicht mehr nach Cl riecht (auch beim schwachen Erwärmen), und bis ein Tropfen der Flüssigkeit in einer Lösung von rothem Blutlaugensalz eben eine blaue Färbung hervorbringt (von einem kleinen Ueberschuß von Eisenvitriol). Aus der Menge des übriggebliebenen Eisenvitriols erhält man die Menge des verbrauchten. Hat man nun z. B. 245 Gr. Eisenvitriol verbraucht, so ergiebt sich die Menge des reinen Superoxyds im Braunstein aus der Proportion:

$$\overset{\text{Eisenvitriol}}{318} : \overset{MnO_2}{100} = 245 : x;\quad x = 77,$$

d. h. der Braunstein enthält 77 Proc. reinen Superoxyds.

e. Mangansäure, MnO_3.

822 Zwei Theile Kalihydrat, in möglichst wenig Wasser gelöst, werden mit 1 Thl. KO, ClO_5 und 2 Thln. sehr fein geriebenem MnO_2 gemengt, das Gemisch getrocknet, und im Porzellan- oder Platintiegel etwa $\frac{1}{2}$ Stunde lang bei Rothglühhitze geglüht. Die schwarzgrüne Masse wird in sehr wenig Wasser gelöst stehen gelassen, und das Klare, eine grüne Lösung, abgegossen. Wird sie im luftleeren Raum über concentrirter Schwefelsäure verdampft, so erhält man dunkelgrüne Krystalle von mangansaurem Kali; der Rückstand, ein braunrothes Pulver, ist ein Gemenge von $MnO_2 + Mn_2O_3$ und etwas Kali. Die Zersetzung des MnO_2 erklärt folgende Formel:

$$3MnO_2 = Mn_2O_3 + MnO_3.$$

Wird ebenso Baryt mit MnO_2 geschmolzen, so entsteht eine blaugrüne Masse, die, mit kochendem Wasser behandelt, ein grünes Pulver hinterläßt, BaO, MnO_3.

Wird die erhaltene Lösung von KO, MnO_3 in einem Glase mit mehr Wasser verdünnt, so geht die grüne Farbe nach und nach in Violett, endlich in Purpurroth über, während sich ein braunes Pulver ablagert, Mangansuperoxydhydrat. Dieser Farbenveränderung wegen hat man das mangansaure Kali mineralisches Chamäleon genannt. Die rothe Lösung enthält nun übermangansaures Kali, KO, Mn_2O_7; diese Veränderung, durch die CO_2 der Luft eingeleitet, erklärt sich durch folgende Formel: 823

$$3\,MnO_3 = Mn_2O_7 + MnO_2.$$

Setzt man der grünen Lösung eine Säure zu, so tritt die Zersetzung und der Farbenwechsel gleich ein; zuletzt wird die Lösung farblos, es entwickelt sich O und ein Manganoxydulsalz bildet sich. Ebenso bewirken leicht oxydirbare Körper, SO_2, HS, NO_2, auch organische Stoffe, wie Papier, die Zersetzung augenblicklich, weshalb die Lösung auch nicht durch Papier filtrirt werden darf. Die Abscheidung der MnO_3 ist noch nicht gelungen wegen ihrer leichten Zersetzbarkeit. 824

f. Uebermangansäure, Mn_2O_7.

Wird mangansaures Kali (Chamäleon minerale) mit heißem Wasser übergossen, bis eine rothe Lösung entsteht, dann stehen gelassen, bis der Satz von MnO_2 sich abgesetzt hat, abgegossen, schnell eingedampft und krystallisirt, so entsteht KO, Mn_2O_7 in dunkelrothen Krystallen, die noch durch Umkrystallisiren zu reinigen sind. Oder es wird ein Gemenge von 1 Thl. fein gepulvertem MnO_2 mit 1 Thl. KO, ClO_5 in eine concentrirte Lösung von Aetzkali getragen, der Teig in einer Porzellanschale getrocknet, dann im Tiegel bis zum Dunkelrothglühen erhitzt. Darauf wird in einem Kolben mit Wasser erhitzt, die rothe Lösung abgegossen und zur Krystallisation abgedampft. 825

Mischt man eine heiße Lösung von KO, Mn_2O_7 mit salpetersaurem Silberoxyd, so setzt sich beim Erkalten übermangansaures Silberoxyd in schönen Krystallen ab. Dieses Salz bietet ein Mittel dar, durch Zersetzung übermangansaure Salze zu bilden, indem man es mit so viel von dem Chlormetall zusammenreibt, daß das Silber gerade Chlorsilber wird, was durch Absetzen zu entfernen ist; so das übermangansaure Ammoniak (Zersetzung durch Chlorammonium, Salmiak). 826

Wird so übermangansaures Silberoxyd mit Chlorbarium behandelt, so entsteht BaO, Mn_2O_7 in Krystallen. Zersetzt man dieses Salz mit Schwefelsäure, tropfenweise zugesetzt, so wird sämmtlicher Baryt als BaO, SO_3 gefällt und man erhält eine schön rothe Lösung von Mn_2O_7, die sich sehr leicht zersetzt, wie die Lösung der Salze ebenfalls. 827

828 Filtrirt man eine Lösung von KO, Mn_2O_7 mit überschüssigem Kali durch Papier, so geht eine grüne Lösung von KO, MnO_3 durch. Wird eine concentrirte Lösung von Aetzkali nach und nach in eine verdünnte Lösung von KO, Mn_2O_7 gegeben, so wird die Lösung violett, endlich grün, während O entweicht, und man erhält KO, MnO_3, nach folgender Formel:

$$KO + Mn_2O_7 + KO = 2(KO, MnO_3) + O.$$

Wird einer Lösung von Eisenvitriol, etwas angesäuert durch SO_3, eine Lösung von KO, Mn_2O_7 zugesetzt, so wird das Eisenoxydul in Eisenoxyd verwandelt; dann erst, nach vollständiger Oxydation, färbt sich die Lösung roth. Mn_2O_7 oxydirt SO_2 zu SO_3, P zu PO_5 u. s. w., sie ist also sehr leicht zersetzbar. Aus demselben Grunde wirkt die Säure auch bleichend, sie bleicht Lackmuspapier und Indigolösung.

Verbindungen mit S.

Schwefelmangan, MnS.

829 Wird Manganoxyd oder kohlensaures Manganoxydul mit S erhitzt, so entsteht MnS als grünes Pulver. Schwefelwasserstoff-Schwefelammonium schlägt aus den Manganoxydulsalzlösungen, z. B. aus schwefelsaurem Manganoxydul, das MnS wasserhaltig als fleischfarbenes Pulver nieder, das beim Trocknen sich zersetzt.

Verbindungen mit den Halogenen.

Manganchlorür, MnCl + 4HO.

830 Bei der Chlorbereitung haben wir schon die Bereitung des MnCl und seine Reinigung von Eisen durch Digeriren mit kohlensaurem Manganoxydul kennen gelernt. Es krystallisirt in rosenrothen, etwas zerfließlichen Krystallen mit 4HO. Bei Luftzutritt geschmolzen, giebt es Cl ab und es entsteht Oxyd-Oxydul.

Das wasserfreie MnCl entsteht als röthliche Masse, wenn man über glühendes kohlensaures Manganoxydul trocknes Cl leitet.

Manganchlorid, Mn_2Cl_3.

831 Wird erhalten als rothe Lösung durch Auflösung von Mn_2O_3 in HCl. Die Lösung zersetzt sich sehr leicht.

Sauerstoffsalze.

a. Schwefelsaures Manganoxydul, MnO, SO_3.

832 Bei der Sauerstoffbereitung aus MnO_2 und SO_3, HO erhielten wir als Rückstand dieses Salz gemengt mit unzersetztem MnO_2 und Mn_2O_3. Der Satz wird geglüht, mit Wasser ausgelaugt, und die Lösung durch kohlensaures Manganoxydul von Eisen befreit, indem man sie damit kocht.

Zur Krystallisation abgedampft, liefert sie blaß rosenrothe Krystalle mit 4 At. Wasser. Beim raschen Einkochen entsteht ein röthlich gelbes Pulver, $= MnO, SO_3 + HO$. Bei verschiedenen Temperaturgraden entstehen verschiedene Krystallformen mit verschiedenem Wassergehalt. Die Lösung, an der Luft stehen gelassen, bräunt sich und es fällt Manganoxydhydrat nieder.

Wird ein ungeleimtes Papier oder ein weißes Läppchen in eine Lösung von 833
MnO, SO_3 eingetaucht, und nach dem Trocknen durch Aetzkalilösung gezogen, so färbt sich dieses, der Luft ausgesetzt, braun, indem sich Manganoxydhydrat bildet. Dies Verhalten begründet die Anwendung des MnO, SO_3 in der Färberei und Druckerei; man nennt ein solches Braun Manganbister.

b. Kohlensaures Manganoxydul, MnO, CO_2.

Wird MnO, SO_3 oder $MnCl$ gefällt mit $KO, 2CO_2$, $NaO, 2CO_2$, 834
oder $2NH_4O, 3CO_2$, so erhält man einen weißen Niederschlag von MnO, CO_2, der an der Luft weiß bleibt; ebenso, wenn man mit den einfach kohlensauren Alkalien fällt, ohne sie im Ueberschuß zuzusetzen; sonst bräunt sich leicht der Niederschlag durch Bildung von Oxyd. Aus dem MnO, CO_2 kann man leicht die anderen Salze des MnO durch Auflösen in den entsprechenden Säuren erhalten.

c. Schwefelsaures Manganoxyd, $Mn_2O_3, 3SO_3$.

Läßt man nach der Bereitung von O aus MnO_2 und SO_3, HO den Satz 835
stehen und Wasser anziehen, so sammelt sich in einigen Tagen eine rothe Flüssigkeit, die $Mn_2O_3, 3SO_3$ enthält; dieselbe schön rothe Flüssigkeit entsteht, wenn man Manganoxydhydrat in warmer Schwefelsäure löst; sie wird mit mehr Wasser carmoisinroth. Im Kochen scheidet sich braunes Oxyd aus. Mit schwefelsaurem Kali (oder schwefelsaurem Ammoniak) bildet das $Mn_2O_3, 3SO_3$ ein Doppelsalz in Octaëdern, einen Manganalaun:

$$KO, SO_3 + Mn_2O_3, 3SO_3 + 24HO,$$

worin das Mangansalz die Thonerde ersetzt.

Die Manganoxydulsalze sind meist blaß rosenroth. HS fällt neutrale 836
Lösungen nur unvollständig, saure nicht; Schwefelwasserstoff-Schwefelammonium (kürzer Schwefelammon) schlägt Schwefelmangan nieder als fleischfarbenes Pulver, das sich leicht in Essigsäure löst, ebenso in NO_5 und HCl. Aetzkali und Aetznatron, auch Aetzammoniak fällen weißes Manganoxydulhydrat, das sich rasch bräunt. Kohlensaure Alkalien fällen kohlensaures Manganoxydul. Wird eine schwefelsaures Manganoxydul enthaltende Flüssigkeit (mit etwas Salpetersäure) mit Bleisuperoxyd oder Mennige erhitzt und dann gelöst, so erhält man eine purpurrothe Lösung (Mn_2O_7). Mit Soda auf dem Platinblech vor der Löthrohrflamme in der äußeren Flamme erhitzt, giebt eine Manganverbindung grünes mangansaures Natron, das nach

dem Erkalten blaugrün wird. Borax wird in der äußern Löthrohrflamme von einer Manganverbindung violett gefärbt; in der innern Flamme verschwindet die Farbe.

Fragen und Aufgaben zu schriftlicher Ausarbeitung.

a. Durch Zusammenschmelzen von Baryt mit MnO_2 entsteht (nach Nr. 822) BaO, MnO_3; das betreffende Schema oder die Formel soll aufgestellt werden! — b. Nach Nr. 824 soll der Vorgang, der beim Zusatz von SO_3, HO in eine Lösung von KO, MnO_3 stattfindet, durch eine Formel erläutert werden! — c. Ebenso soll die Entstehung des übermangansauren Silberoxyds nach Nr. 826 durch eine Formel erläutert werden. — d. Wie können mit MnO, SO_3 Zeuge braun gefärbt werden? — e. Wodurch sind die mangansauren und übermangansauren Salze besonders ausgezeichnet?

XXI. Eisen, Ferrum, Fe.

837 Das Eisen, wohl das wichtigste und im gewerblichen Leben am meisten gebrauchte Metall, war den Alten schon bekannt; die Egypter kannten es schon 2000 Jahre vor Chr. Es wird besonders in drei Zuständen gebraucht:

a. Als Gußeisen; Eisen mit etwa 5 Proc. Kohle und Silicium.

b. Als Schmiedeeisen; Eisen mit $1/8$ bis $1/2$ Proc. Kohle und etwas Silicium.

c. Als Stahl; Eisen mit 1 bis $1^1/_2$ Proc. Kohle.

Am reinsten ist das Eisen der feinen Drähte, der Claviersaiten.

838 Reines Eisen vom specif. Gewicht = 7,8 kann nur gewonnen werden, indem man kleine Stückchen Eisendrahts mit $1/5$ reinem Eisenoxyd mengt, und in einem Tiegel mit Glaspulver bedeckt heftiger Gebläsehitze aussetzt; leicht kann reines Eisen gewonnen werden durch Reduction von reinem Eisenoxyd im Wasserstoffgas (s. H), das sich aber an der Luft gleich wieder oxydirt, wenn man es nicht bei der Reduction einer größern Hitze aussetzt, wodurch es etwas zusammensintert und beständiger wird.

839 Reines Eisen zeigt ein feines glänzendes Korn, in Stäben und als Draht ein faseriges Gefüge, das aber oft zum großen Nachtheile der Festigkeit in ein mehr blättriges übergeht, namentlich wenn es beständigen Stößen und Schwingungen ausgesetzt ist, wie die Axe der Eisenbahnwagen oder der Tragstäbe von Drahtbrücken 2c. Uebrigens ist Eisen das zäheste aller Metalle.

In der Weißglühhitze wird es weich und läßt sich hämmern, getrennte Stücke lassen sich dann durch Hämmern vereinigen, was man zusammenschweißen nennt.

In feuchter Luft nimmt Fe rasch den O der Luft auf und oxydirt sich, wozu besonders die CO_2 der Luft, sowie Wasser beiträgt; die Oxydation pflanzt sich rasch tiefer fort, indem das an der Oberfläche gebildete FeO mehr O absorbirt, diesen an tiefer liegende Schichten abgiebt u. s. w.

An der Luft erhitzt, oxydirt es sich rasch und bedeckt sich mit Glühspahn, Hammerschlag, Oxydoxydul, dieselbe Verbindung, die beim Verbrennen des Fe im O entsteht.

Das gewöhnliche Eisen wird aus den Eisenerzen bei sehr hoher Temperatur in eigenen Oefen mit Kohlen ausgeschmolzen. Die dazu gebrauchten Erze sind folgende:

a. Der Magneteisenstein, Eisenoxydoxydul; er findet sich im Urge- 840
birge (zu Danemora in Schweden) oft in schönen Octaëdern, meist aber derb, körnig, als Sand, von schwarzer Farbe, metallglänzend; er giebt ein sehr gutes Eisen. Wird vom Magnete angezogen.

b. Der Eisenglanz, Eisenglimmer, krystallisirtes Eisenoxyd; er findet sich im älteren Gebirge in Gängen und Lagern (besonders schön auf der Insel Elba), krystallisirt und derb, strahlig; meist von schwarzer Farbe, metallglänzend; giebt ein rothes Pulver.

c. Der Rotheisenstein, Eisenoxyd, findet sich meist im Uebergangsgebirge, von rother Farbe. Ist er im Gefüge faserig, so heißt er faseriger Rotheisenstein, Glaskopf, Blutstein; ist er von dichter Textur, so nennt man ihn dichten Rotheisenstein; ist er zerreiblich, so heißt er okriger Rotheisenstein. Mit Thon gemengt bildet er den rothen Thoneisenstein (Röthel).

d. Der Brauneisenstein, Eisenoxydhydrat, von brauner Farbe. In stängeliger oder faseriger Form heißt er brauner Glaskopf oder faseriger Brauneisenstein. Mit Thon gemengt bildet er den braunen Thoneisenstein.

e. Der Gelbeisenstein, ebenfalls Eisenoxydhydrat, bildet mit Thon den gelben Thoneisenstein; in mehr oder weniger dicken Körnern heißt er Bohnerz.

f. Raseneisenstein, Sumpferz, Morasterz, kommt unter dem Rasen der Wiesen und Haiden, in Torfmooren vor, als löchrigerdige, gelbliche oder braungelbe Masse; es ist Eisenoxydhydrat mit Eisensalzen (besonders phosphorsaurem Eisenoxydhydrat).

g. Spatheisenstein, Stahlstein, kohlensaures Eisenoxydul; findet sich krystallisirt, meist aber derb von gelber oder brauner Farbe im Ur- und Uebergangsgebirge. Der Stahlstein von kugeliger, nierenförmiger, faseriger Textur heißt Sphärosiderit.

Mit Thon bildet er den thonigen Sphärosiderit. Durch Zersetzung bildet der Spatheisenstein den Brauneisenstein. Er liefert ein schönes Eisen.

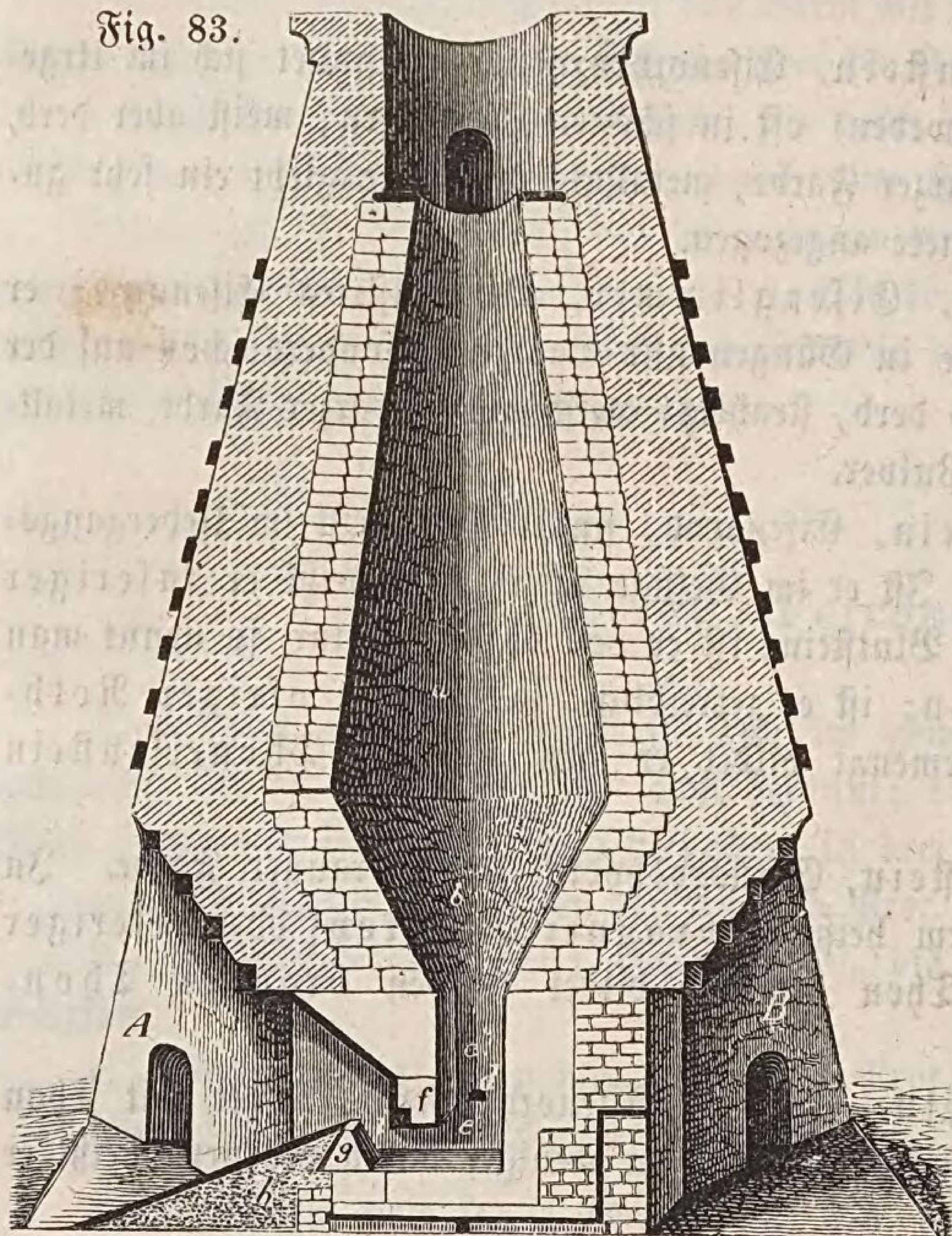
Die Erze müssen oft vor dem Verschmelzen einer Röstung unterworfen 841
werden, theils um feste und harte Erze mürber zu machen, theils um Wasser

und CO_2 zu verjagen, theils um den Schwefelkies, wenn derselbe in den Erzen sich findet, zu zersetzen. Die Röstarbeit geschieht mit Holzkohlen oder Coaks in Haufen, oder zwischen Mauern, oder in Oefen.

842 Die meisten Eisenoxyde, die zum Verschmelzen kommen, sind mit Thon oder Kieselerde verbunden. Es kommt nun beim Verschmelzen darauf an, 1. das Oxyd zu reduciren, und 2. aus den Beimengungen, Thon oder Kieselerde, ein schmelzbares Glas zu machen, die Schlacke.

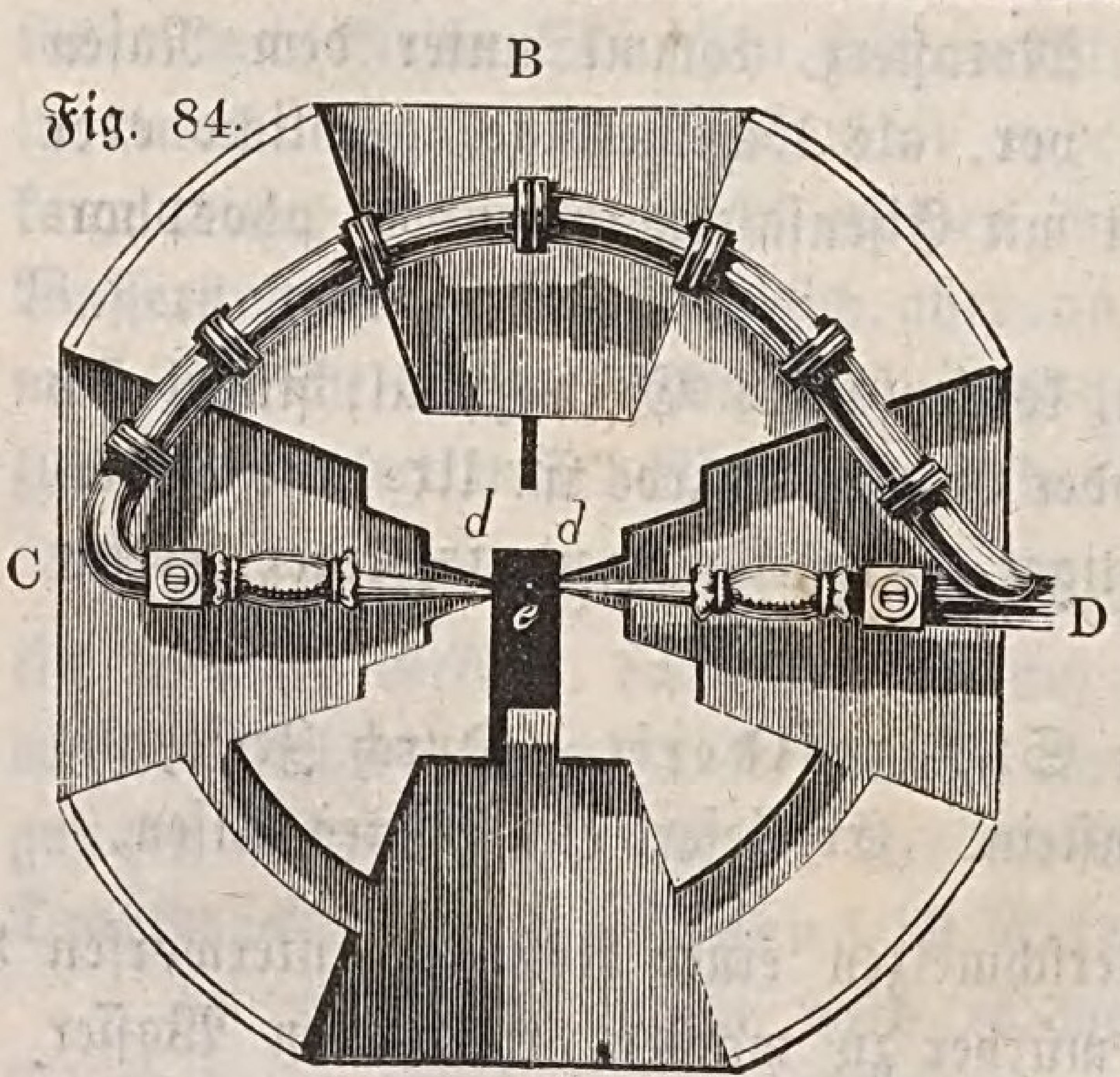
Dies Thonsilicat, an sich schwer schmelzbar, würde aber mit Eisenoxydul sich verbinden und auf Kosten des Eisens zum Schmelzen kommen, indem sich ein leicht schmelzbares Doppelsilicat von Thonerde und Eisenoxydul bildete. Um diesem Verluste an Eisen zu begegnen und das Thonsilicat doch schmelzbar zu machen, setzt man Kalk zu, wodurch ein Thonkalksilicat entsteht, das kein oder doch wenig FeO aufnimmt und gleichzeitig mit dem sich bildenden Roheisen schmilzt. Nach der Beschaffenheit der Erze sind diese Zusätze — Zuschläge genannt — sehr verschieden in Art und Menge.

Fig. 83.



843 Das meiste Roheisen wird im sogenannten Hohofen, Fig. 83 u. Fig. 84, gewonnen. Ein solcher Ofen, 40 bis 60 Fuß hoch, bildet in seinem innern Raum zwei abgekürzte, mit ihrer Basis verbundene Kegel, deren größerer und oberer, *a*, der Schacht, der untere, kleinere, *b*, die Rast heißt. Die Wand des Schachtes und der Rast ist aus feuerfesten Steinen gebaut, Kernschacht, gewöhnlich von einem Raume, Füllung, umgeben, welcher mit schlechten Wärmeleitern, Sand, Schlacken, lose angefüllt ist, wodurch die Hitze besser zusammengehalten und dem Kernschachte

Fig. 84.



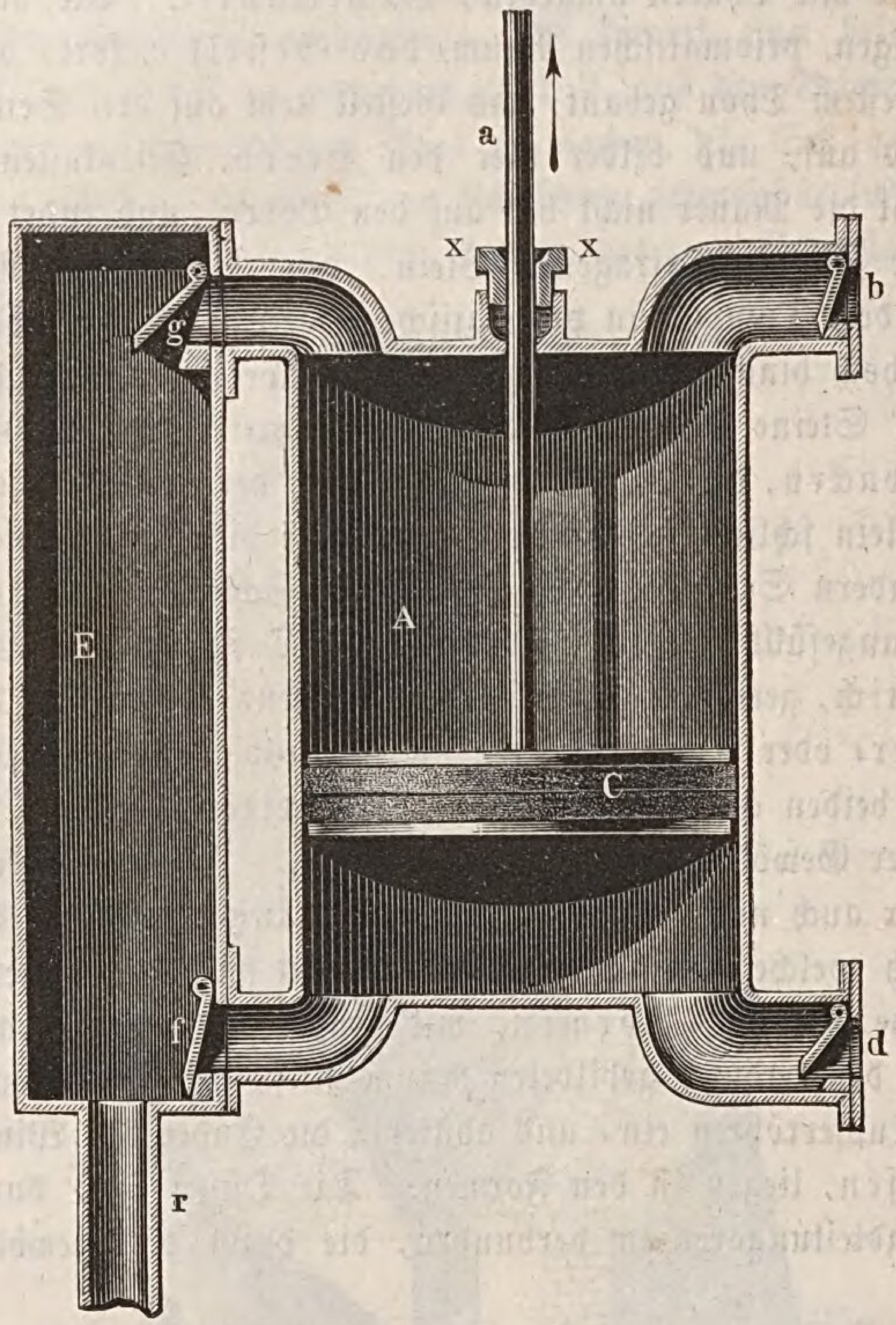
Ausdehnung gestattet wird. Der **Rauhschacht**, aus feuerfesten Ziegeln bestehend, umgiebt die Füllung; die äußere Mauer, der **Mantel** oder die **Rauhmauer**, von guten Ziegeln, umgiebt nach außen den Schacht und die Rast. Die obere Oeffnung des Schachtes, die **Gicht**, durch welche der Ofen beschickt wird, ist von einer Mauer mit Thüren umgeben, **Gichtmantel**. Die Rast *b* setzt sich in einen vierseitigen, prismatischen Raum, das **Gestell** *c*, fort, aus großen Steinen von feuerfestem Thon gebaut; das Gestell steht auf drei Seiten auf dem Boden des Ofens auf, und bildet hier den **Heerd**, Eisenkasten *e*. Auf der vierten Seite reicht die Mauer nicht bis auf den Boden, und endet in einem durch schwere eiserne Stangen getragenen Stein, dem **Tümpelstein** *f*. Auf dem Boden liegt vor dem Tümpel ein prismatischer Stein *g*, **Wall-** oder **Dammstein** genannt, so hoch hinauf reichend, als der Tümpel herunterreicht; es wird durch diese beiden Steine und durch die beiden vortretenden Wände des Gestells, die **Vorderbacken**, der **Vorheerd** *i* gebildet, der außerhalb des Heerdes liegt. Der Wallstein schließt sich an der einen Seite dicht an die Ofenwand, läßt aber an der andern Seite einen Spalt, der mit Schlacken und Lehm während der Schmelzung angefüllt ist; dort wird auch die Oeffnung zum Ablassen des Metalls, der **Stich**, gemacht. Der Theil des Ofens *A*, wo sich der Heerd öffnet, heißt **Vorder-** oder **Arbeitsseite**; die gegenüberliegende Seite, *B*, die **Hinterseite**, die beiden anderen *C* und *D* die **Seitenwände**. In der Rauhmauer führen vier Gewölbe bis zur Gestellmauer. In den Seitenwänden des Gestells, oder auch noch in der Hinterwand, liegen auf $^1/_3$ der Höhe Oeffnungen *d*, durch welche Luft in den Ofen gepreßt wird. In diesen Oeffnungen stecken konische Röhren, **Formen**, mit einer Doppelwand aus Gußeisen oder Kupfer; in den dadurch gebildeten Raum fließt zur Abkühlung kaltes Wasser, das durch Kupferröhren ein- und abfließt; die Enden der Windröhren des Gebläses, **Düsen**, liegen in den Formen. Die Düsen sind durch Lederschläuche mit den Windleitungsröhren verbunden, die durch die Gewölbe zum Gestell führen.

Das Gebläse besteht aus einem **Cylinder-** oder **Kastengebläse**, das Fig. 85 a. f. S. im Durchschnitt zeigt; in dem eisernen Cylinder *A* bewegt sich an einer Kolbenstange *a* durch eine Dampfmaschine ein Kolben *C* auf- und ab; *x x* Stopfbüchse; *b d g f* sind Ventile. Geht der Kolben nieder, so öffnet sich *b* und schöpft Luft, während durch *f* die Luft in den Windkasten *E* gepreßt wird. Bewegt sich der Kolben aufwärts, so öffnet sich *d* und schöpft Luft, während Luft durch *g* in *E* gepreßt wird. Durch *r* strömt nun die Luft in die Windleitung.

Der neu gebaute Ofen muß sehr allmälig angewärmt werden; nur nach und nach wird die erforderliche Menge Erz und Zuschlag nebst Brennmaterial aufgegeben; dann bleibt die Menge der Beschickung dieselbe während der Dauer des Ofens, die man **Campagne** nennt; doch tritt wohl eine Aenderung in der Zusammensetzung und Menge der Beschickung ein, wenn der Gang des Ofens sich ändert.

844 Das Brennmaterial bilden entweder Holzkohlen oder Coaks. Die Holzkohlenasche übt keinen nachtheiligen Einfluß auf das Eisen aus, was bei den viel Asche gebenden Coaks durch ihren Gehalt an Schwefeleisen oft der Fall ist; die Holzkohlen erlauben auch, eine leichtflüssige Schlacke durch den Zuschlag zu bilden, was bei Anwendung der Coaks nicht angeht, da hier der Schwefel zum Kalk zu gehen gezwungen, und daher der Kalkzuschlag vermehrt werden muß, was aber wieder eine Steigerung der Hitze erfordert. Brennmaterial und Erz nebst Zuschlag werden schichtweise durch die Gicht eingegeben, und sinken nieder, wie das Metall und die Schlacken sich im Heerde sammeln. Die Schlacken fließen über den Wallstein ab, oder werden abgezogen; das Metall (Roheisen) sammelt sich im Heerde an.

Fig. 85.

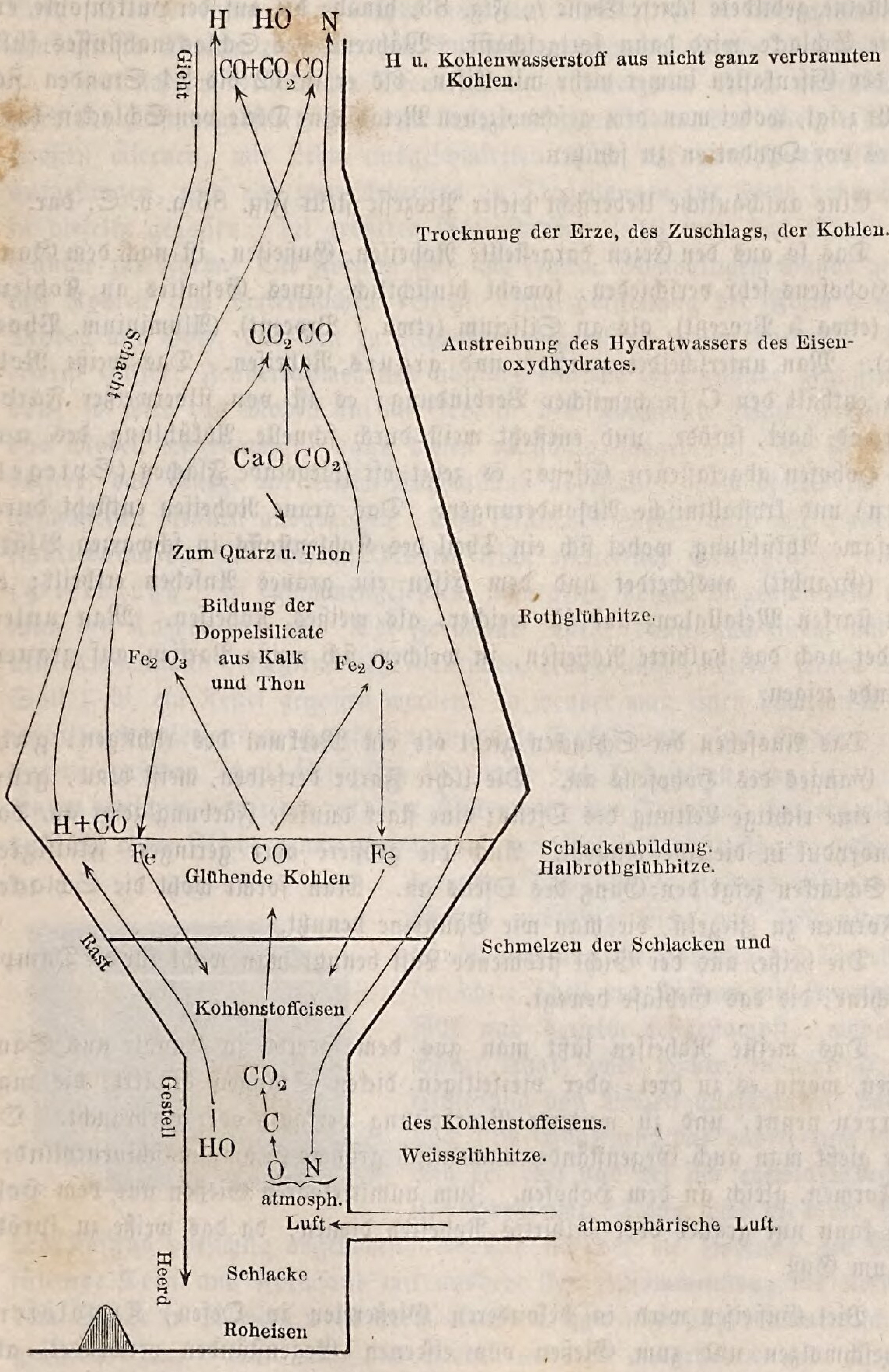


845 Eben über den Formen erzeugt sich die größte Hitze, da die eingepreßte Luft das Brennmaterial hier unmittelbar trifft, wodurch die Kohle ganz zu CO_2 verbrennt; in der Rast ist noch Rothglühhitze. Das aufsteigende N und CO_2, stark erhitzt, erwärmen die Erze und das Brennmaterial; die CO_2 aber, durch die stark glühenden Kohlen streichend, verwandelt sich, noch ein Atom C aufnehmend, in CO, wobei die Temperatur sinkt; daher herrscht im unteren Theile des Schachtes noch Rothglühhitze, bei der sich das Eisenoxyd im CO reducirt, wodurch sich wieder (aus dem O des Fe_2O_3) CO_2 bildet. Diese strömt nun, mit der CO_2 des Kalks und mit dem N und dem CO aus der Gichtöffnung, wo das CO brennend eine lange blaue Flamme bildet.

In den oberen Theilen des Ofens wird Erz und Brennmaterial getrocknet; etwas tiefer verliert das Erz sein Hydratwasser; dann wird bis zum Ende des Schachtes das Eisenoxyd reducirt und die CO_2 aus dem Kalk vertrieben. In der Rast bildet sich nun ein Silicat aus dem Kalk und dem Quarz und Thon

des Erzes zur Schlacke, die tiefer unten schmilzt, wogegen das Eisen mit Kohle sich zu Roheisen verbindet, indem zugleich etwas Silicium ins Eisen eingeht.

Fig. 86.



Im Gestell schmelzen Eisen und Schlacke vollends, wobei beide rasch niedergehen müssen, damit keine starke Oxydation des Eisens durch die eintretende Luft

stattfindet. Im Heerde scheidet sich nun die leichtere Schlacke von dem flüssigen Roheisen und schwimmt oben auf; sobald die Schlacke den oberen Rand des Wallsteins erreicht, fließt sie darüber ab und die aus Sand vor dem Wallsteine gebildete schiefe Ebene *h*, Fig. 83, hinab; die auf der Hüttensohle erstarrte Schlacke wird dann fortgeschafft. Während des Schlackenabflusses füllt sich der Eisenkasten immer mehr mit Eisen, bis er in 12 bis 24 Stunden sich gefüllt zeigt, wobei man dem geschmolzenen Metall eine Decke von Schlacken läßt, um es vor Oxydation zu schützen.

846 Eine anschauliche Uebersicht dieser Prozesse stellt Fig. 86 a. v. S. dar.

847 Das so aus den Erzen dargestellte Roheisen, Gußeisen, ist nach dem Gang des Hohofens sehr verschieden, sowohl hinsichtlich seines Gehaltes an Kohlenstoff (etwa 5 Procent), als an Silicium (etwa 1 Procent), (Aluminium, Phosphor). Man unterscheidet weißes und graues Roheisen. Das weiße Roheisen enthält den C in chemischer Verbindung; es ist von silberweißer Farbe, glänzend, hart, spröde, und entsteht meist durch schnelle Abkühlung des aus dem Hohofen abgelassenen Eisens; es zeigt oft spiegelnde Flächen (Spiegeleisen) und krystallinische Absonderungen. Das graue Roheisen entsteht durch langsame Abkühlung, wobei sich ein Theil des Kohlenstoffs in schwarzen Blättchen (Graphit) ausscheidet und dem Eisen ein graues Ansehen ertheilt; es zeigt starken Metallglanz und ist weicher, als weißes Roheisen. Man unterscheidet noch das halbirte Roheisen, in welchem sich weiße Partien auf grauem Grunde zeigen.

848 Das Aussehen der Schlacken giebt oft ein Merkmal des richtigen, gahren Ganges des Hohofens an. Die lichte Farbe derselben, meist blau, grün, zeigt eine richtige Leitung des Ofens; eine stark dunkele Färbung zeigt an, daß Eisenoxydul in dieselbe eingeht. Auch die größere oder geringere Flüssigkeit der Schlacken zeigt den Gang des Ofens an. Man formt wohl die Schlacken in Formen zu Ziegeln, die man wie Bausteine benutzt.

Die heiße, aus der Gicht strömende Luft benutzt man wohl für die Dampfmaschine, die das Gebläse bewegt.

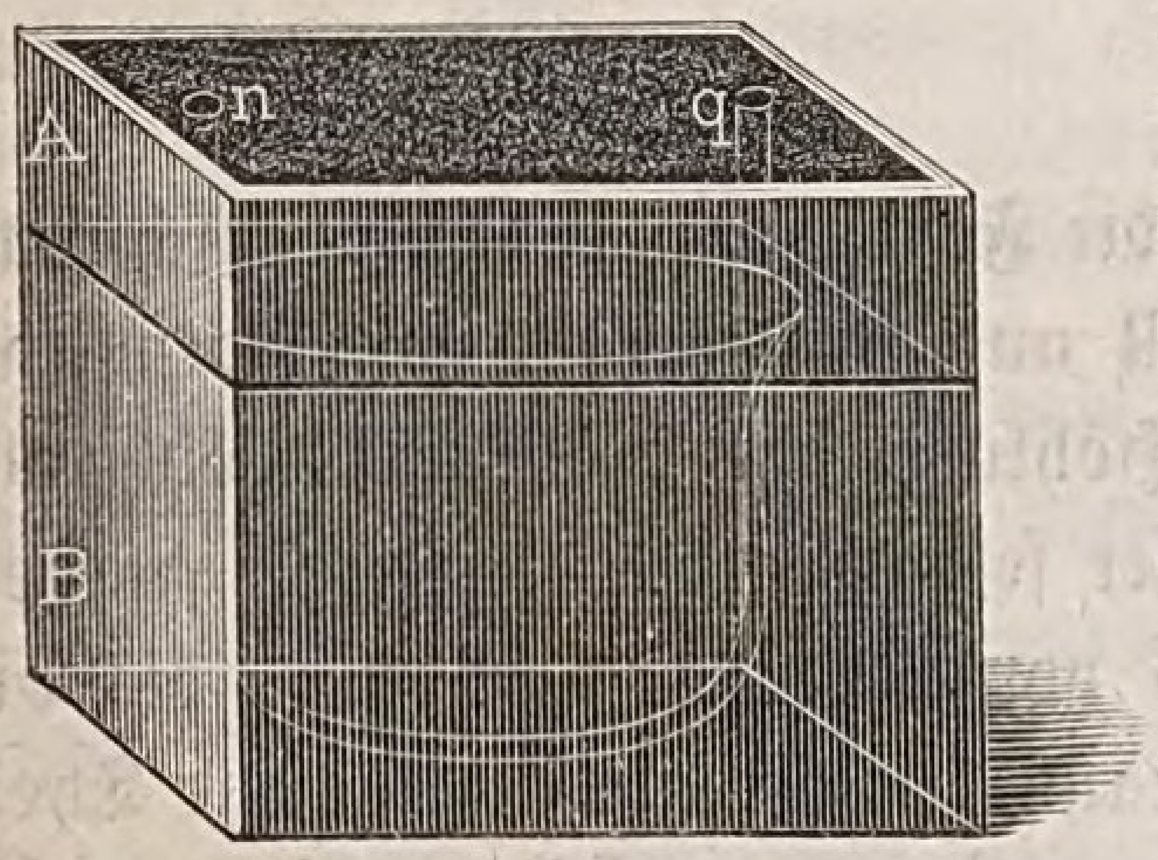
849 Das meiste Roheisen läßt man aus dem Heerde in Canäle aus Sand fließen, worin es zu drei- oder vierseitigen dicken Stangen erstarrt, die man Barren nennt, und zu weiterer Bearbeitung verkauft oder verbraucht. Oft aber gießt man auch Gegenstände, namentlich größere (Dampfmaschinencylinder) in Formen, gleich an dem Hohofen. Zum unmittelbaren Gießen aus dem Hohofen kann nur graues oder halbirtes Roheisen dienen, da das weiße zu spröde ist zum Guß.

850 Viel Gußeisen wird in besonderen Gießereien in Oefen, Kupolöfen, umgeschmolzen und zum Gießen von eisernen Gegenständen verwendet, als Kochgeschirren, Fensterrahmen, Maschinentheilen 2c. Ein Kupolofen, 10 bis 15 Fuß hoch, zeigt im Innern einen cylinderförmigen Schacht, gewöhnlich aus feuerfesten Steinen gemauert, die von außen durch Eisenplatten zusammenge-

halten werden. Die Sohle des Ofens bildet eine gegen die Abstichöffnung, Abstich, geneigte Ebene; ein vorspringender Canal leitet das ausfließende Eisen. Ein Gebläse, meistens ein Ventilator, liefert die zum Schmelzen erforderliche Luft. Das Brennmaterial besteht meist aus Coaks, die in abwechselnden Lagen mit in Brocken zerschlagenem Gußeisen aufgegeben werden.

Hat sich im Grunde des Ofens genug geschmolzenes Eisen angehäuft, so wird der Abstich geöffnet; und, zu kleinen Gegenständen, das Metall in einer großen eisernen, mit Lehm ausgeschmierten Kelle mit zwei Ausgußschnäbeln aufgefangen, und von zwei Arbeitern an Tragestangen zur Form gebracht und in dieselbe gegossen; bei größeren Gegenständen leitet man das Metall durch Canäle zur Form. Die Formen sind aus feinem, lehmhaltigem Sande gemacht, mit Kohlen zum Lockermachen versetzt. Zur Herstellung der Form dient ein Modell aus Holz, das den zu gießenden Gegenstand genau darstellt. Sollen eiserne Gitter, Fensterrahmen und ähnliche einfache Gegenstände gegossen werden, so wird das Modell auf die Erde in den Formsand gelegt, derselbe um das Modell festgestampft, dann dieses vorsichtig ausgehoben, die Fehler verbessert, das Ganze mit feinem Kohlenstaub überstäubt, das Metall in die so geschaffenen Rinnen ausgegossen. Das erkaltende Metall wird mit Sand überschüttet, um das bei raschem Abkühlen leicht eintretende Verziehen zu verhüten (Heerdguß). Zu zusammengesetzten, namentlich hohlen Gegenständen, wendet man den Kastenguß an. Der Formsand besteht dann aus einem mit Lehm und Kohlenstaub versetzten, mehr ballenden, etwas angefeuchteten feinen Sande. Soll z. B. ein Kessel gegossen werden, so wendet man einen horizontal durchschnittenen, vierseitigen Holzkasten an, ohne Deckel und ohne Boden; in den untern, größern Theil *B* (s. Fig 87) wird das Holzmodell eingesetzt, in den Raum zwischen demselben und der Kastenwand der Formsand fest eingestampft, und die obere Fläche genau geebnet und mit Kohlenstaub bestäubt; dann wird der obere Theil *A* des Kastens aufgesetzt, das Modell inwendig leicht mit Kohlenstaub bestäubt, und nun die Höhlung des Modells und der obere Theil des Kastens mit Formsand gefüllt und derselbe festgestampft, wobei man Sorge trägt, zwei Löcher, *m* und *q*, durch Einsetzung von Bolzen auszusparen, das eine Loch zum Eingießen, das andere zum Entweichen der Luft und der sich entwickelnden Gase (CO) bestimmt. Dann wird der obere Theil *A* des Kastens vorsichtig abgehoben, wodurch sich der die Höhlung des Modells füllende Kern aus Formsand mit aushebt (der Zusammenhang des Kerns mit dem Sande in *A* wird wohl durch Stäbe u. dgl. unterstützt, namentlich beim größern Kern). Wird nun das Modell aus *B* ausgehoben und *A* wieder genau aufgesetzt, so bilden Kern und Wandung des Formsandes eine Höhlung, in die nun das Eisen durch das Gießloch eingegossen wird, während aus dem Luftloch die erhitzte Luft und Gase entweichen. Der obere Theil *A* des Kastens

Fig. 87.



wird mit Gewichten beschwert, damit das Metall ihn nicht hebt. Gießloch und Luftloch füllen sich natürlich ebenfalls mit Metall und stellen dünne Stangen dar, die an dem Gußstücke sitzen; sie werden durch einen Hammerschlag leicht fortgeschlagen und dann die Ansatzstellen eben gefeilt.

Manche Gußstücke erfordern zusammengesetzte, aus mehreren Stücken bestehende Formen, z. B. bauchige Gefäße, deren Oeffnung so enge ist, daß der Kern nicht ausgehoben werden kann. In diesem Falle ist der untere Theil *B* des Kastens, sowie das Modell (durch senkrechten Schnitt) in zwei Theile getheilt. Zwischen die beiden Hälften *DD*, *EE* des Gießkastentheils *B* (Fig. 88) wird senkrecht ein Blech *oo* (Fig. 89) eingesetzt, das einen Ausschnitt zeigt, welcher der äußern Contour des Modells entspricht, und die Hälften durch Klammern *a a* an einander befestigt; dann werden die beiden Hälften des Modells so in den

Fig. 88.

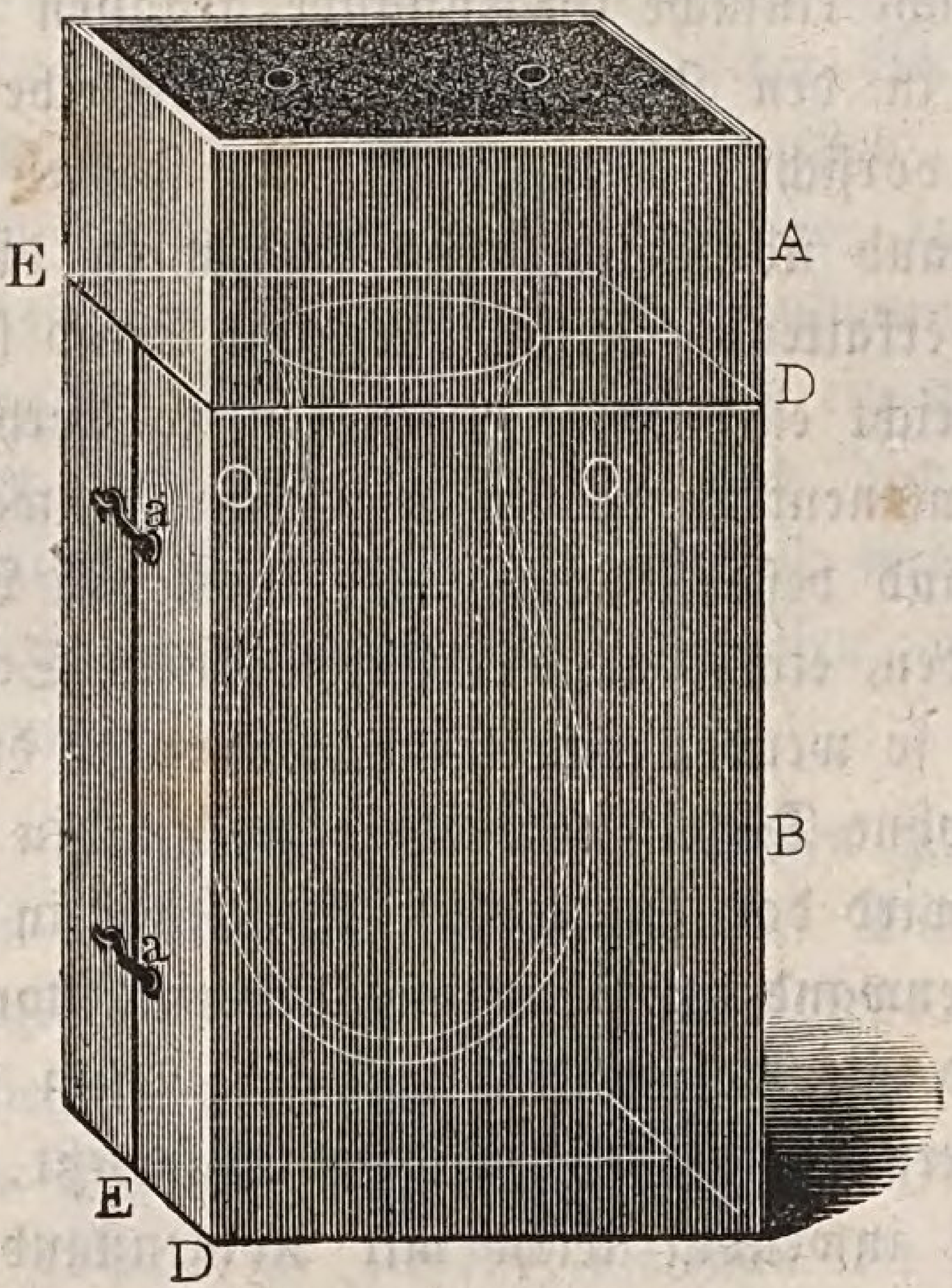
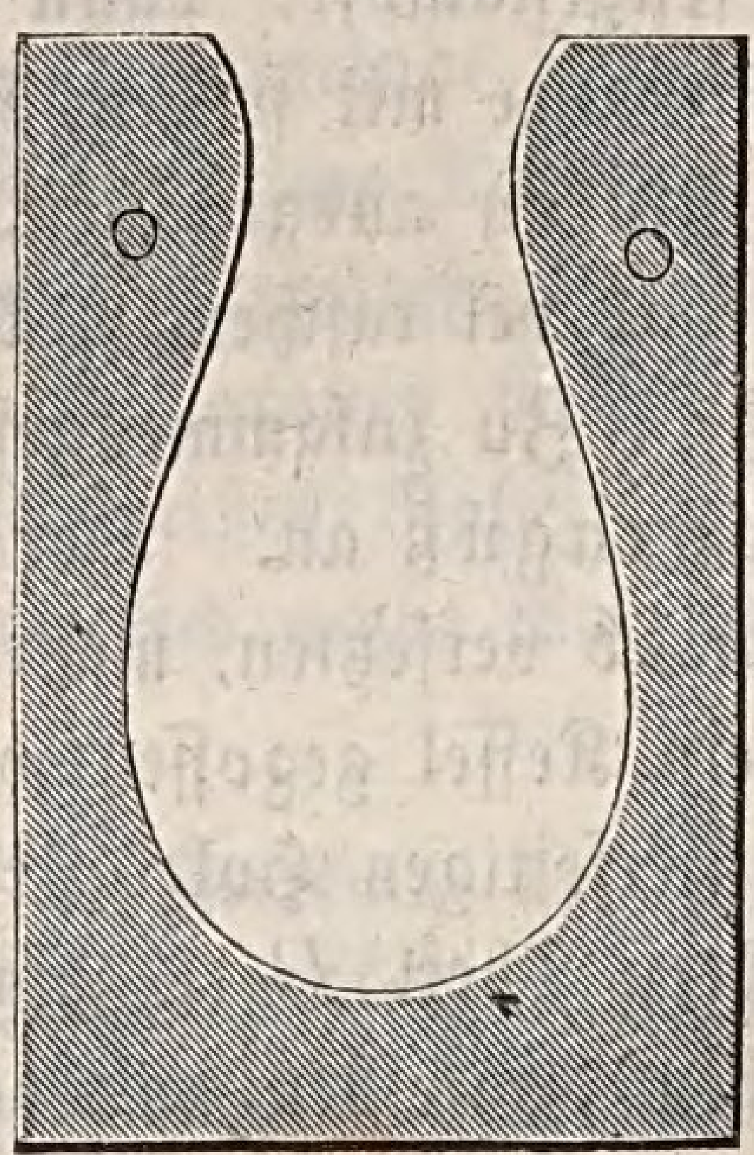


Fig. 89.



Ausschnitt der Tafel geschoben, daß die Tafel die Fortsetzung des Modellschnitts bildet; darauf wird der Raum zwischen Modell und Kastenwand mit Formsand gefüllt, der Kastentheil *A* aufgesetzt, und die Höhlung des Modells sowohl, als der obere Kasten mit Formsand gefüllt und dieser festgestampft. Alsdann werden die Theile *DD* und *EE* des Kastentheils *B* von einander geschoben, bis die Modellhälften in jedem Theile so weit von einander stehen, daß der obere Theil *A* mit dem daran hängenden Kern abgehoben werden kann. Nach Entfernung der Modellhälften und der Blechtafel wird Alles ausgebessert, und die Kastentheile so wieder zusammengeschoben, wie es die Figur zeigt.

Größere Stücke, Cylinder zu Dampfmaschinen, Oefen und dergl., werden oft ohne Modell in Lehm gegossen, der sorgfältig gesiebt und mit trocknem Pferdemist durchgearbeitet worden ist. Der Kern wird aus Lehm aufgebaut (bei großen Gegenständen gemauert) und bei runden Gegenständen mit der Schablone bearbeitet, d. h. mit einem Brette, das um eine den Kern durch-

dringende senkrechte Axe sich dreht und auf der der Axe zugewandten Seite so ausgeschnitten ist, wie die äußere Contour des vollendeten Kerns im senkrechten Durchschnitte sich darstellen würde. Nachdem der fertige Kern getrocknet und die Risse verschmiert worden sind, wird er mit Kohlenstaub bestäubt und mit dünnem Thonbrei überzogen; auf diesen wird ein so dicker Ueberzug von Lehm aufgetragen und mit weiterer Schablone bearbeitet, bis derselbe die Wanddicke des anzufertigenden Gußstücks erreicht, worauf noch getrocknet und wieder mit Kohlenstaub bestäubt wird. Um dies Lehmmodell wird nun der dicke Mantel aus Lehm gelegt, durch Reife und Schienen gehalten. Nach gehörigem Trocknen wird der Mantel abgehoben oder auch zerschnitten, vom Kern das Lehmmodell abgelöst, der ganz trockene Mantel wieder übergesetzt und in die so entstandene Höhlung das Metall gegossen.

Die Gußwaaren werden dann noch bearbeitet, um die Nähte und den Gußsand zu entfernen, oft abgedrechselt, ausgebohrt 2c. Kochgeschirre emaillirt man wohl, indem man sie inwendig mit Schwefelsäure beizt, mit einer Emailmasse, bestehend aus fein gepulvertem Quarz, aus Borax und Thon, überzieht, die noch feuchte Masse mit Glasur (Feldspathpulver, Natron, Borax und etwas Zinnoxyd) bestäubt und dann einbrennt.

Das Gußeisen ist spröde, so daß es unter dem Hammer leicht zerspringt. 851
Diese Eigenschaft, sowie seine Schmelzbarkeit verdankt es besonders seinem Kohlenstoffgehalte; wird ihm dieser großentheils entzogen, so erlangt es ganz andere Eigenschaften, es wird dehnbar und zähe, so daß es geschmiedet und gewalzt werden kann; zwei weißglühende Stücke lassen sich durch Hämmern vereinigen, es ist **schweißbar** geworden, sein Gefüge ist nicht mehr körnig, sondern faserig, hackig; man nennt es dann **Schmiedeeisen**, Stabeisen. Um das Roheisen zu entkohlen, also in Schmiedeeisen zu verwandeln, wird es einem Oxydationsprozesse unterworfen, wobei der C zu CO, das Si zu SiO_3 verbrennt, welche dann mit den zugleich entstehenden Eisenoxyden Schlacken bildet.

Man nennt diesen Oxydationsprozeß das **Frischen** des Eisens.

Zum Frischen gebraucht man meist weißes Roheisen, da es durch Oxydation 852
weniger Abbrand erleidet und dickflüssiger ist.

Man frischt das Eisen entweder im **Heerde**, **Heerdfrischen**, mit Holzkohlen, oder im **Puddelofen** mit Steinkohlen.

a. Der Frischheerd (Fig. 90 bis 92 a. f. S.) ist ein aus fünf starken Eisenplatten *a b c d* (**Zacken** genannt) zusammengesetzter Kasten (Boden und vier Seiten), der mit Rauchfang versehen ist; der Heerd ist etwa 10 Zoll tief und 24 bis 27 Zoll breit; der Wind wird mittelst eines Gebläses durch eine geneigte Form *m e* eingeblasen. Um die heiße Luft zu entfernen, liegt meistens über zwei Heerden ein Mantel; *n* ist die Aschengrube. Nachdem der Heerd mit glühenden Kohlen gefüllt ist, läßt man Wind einblasen und schiebt das Roheisen (in Barren) in die glühenden Kohlen, wo es schmilzt und in Tropfen durch den Windstrom fällt; die Tropfen oxydiren sich an der Oberfläche und es entsteht ein Silicat von Eisenoxyd, das nun auf den Kohlenstoff des Roheisens einwirkt. Das von viel C schon befreite Eisen

sammelt sich auf der Heerdsohle, die sich bildende Schlacke läßt man von Zeit zu Zeit durch ein Loch am Grunde des Heerdes abfließen. Die zum Theil ent-

Fig. 90.

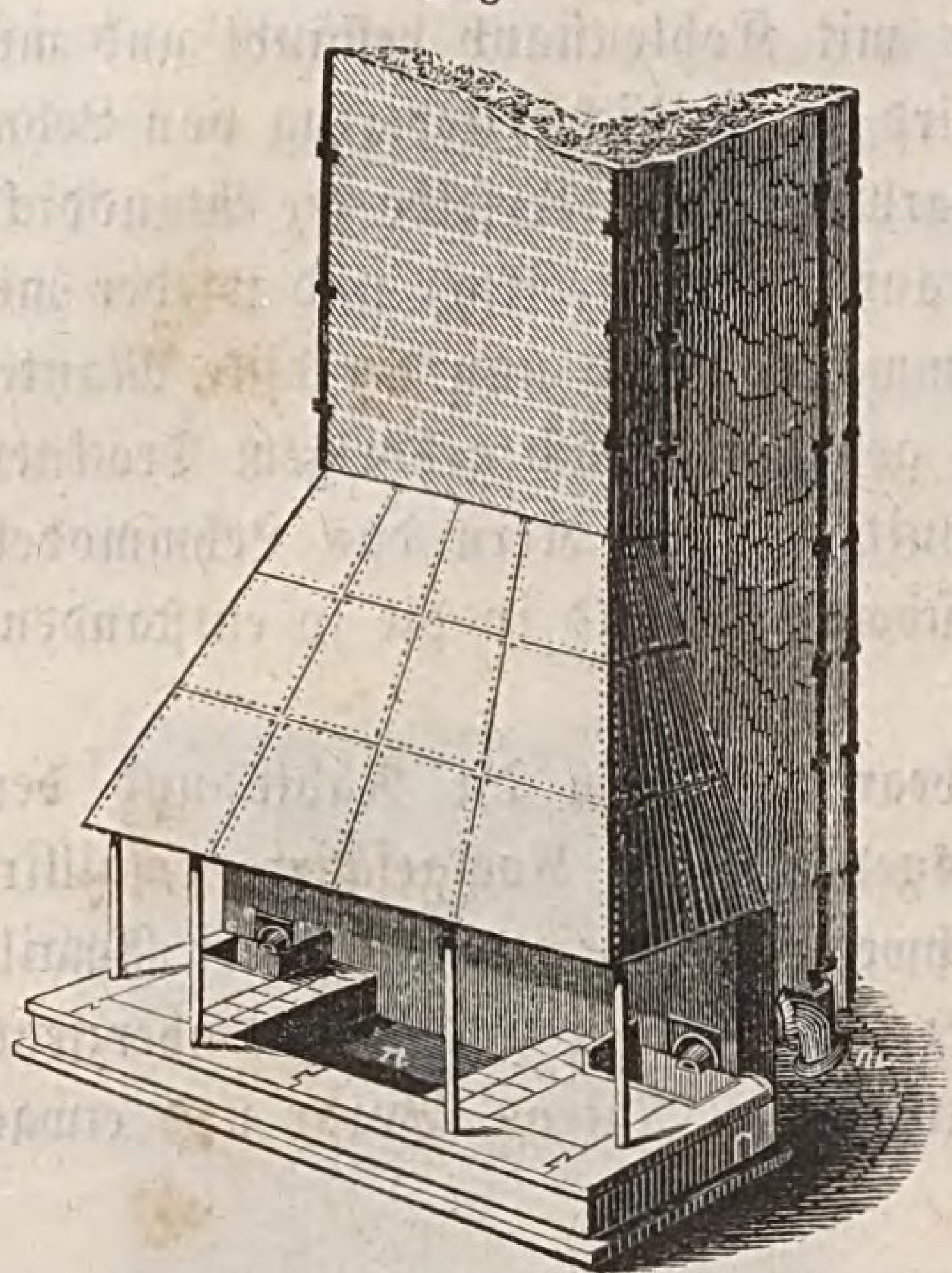
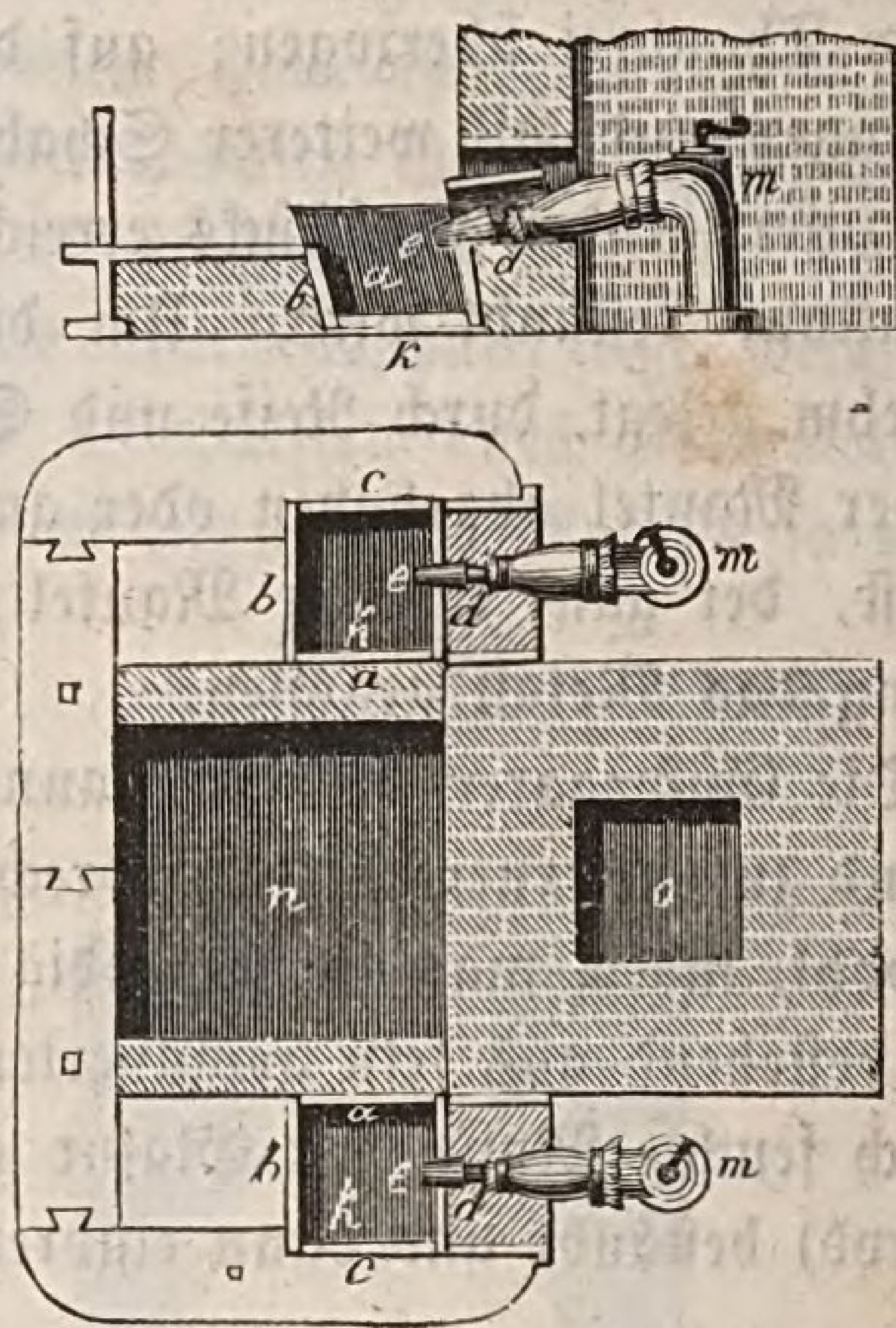


Fig. 91 und Fig. 92.



kohlte zähe Eisenmasse wird mit der Brechstange über die Kohlen gehoben und mehrmals dem Winde ausgesetzt, dann mit frisch aufgegebenen Kohlen und verstärktem Luftzuge noch einmal niedergeschmolzen, worauf dieselbe auf der Sohle eine schwammige Masse bildet, welche (Luppe genannt) glühend unter einem 10 bis 12 Centner schweren Hammer nach allen Seiten ausgehämmert wird. Die im schwammigen Metall enthaltene Schlacke wird auf diese Weise ausgepreßt und die Eisentheilchen zusammengeschweißt; man läßt den Hammer so arbeiten, daß ein vierseitiges Prisma entsteht, das mit einer Art Messer in vier bis fünf Stücke zerschnitten wird; diese, erhitzt, werden darauf unter einem schneller schlagenden Hammer zu Stäben ausgereckt. Bei diesem Verfahren hat man immer einen Verlust an Eisen von 24 bis 28 Proc.

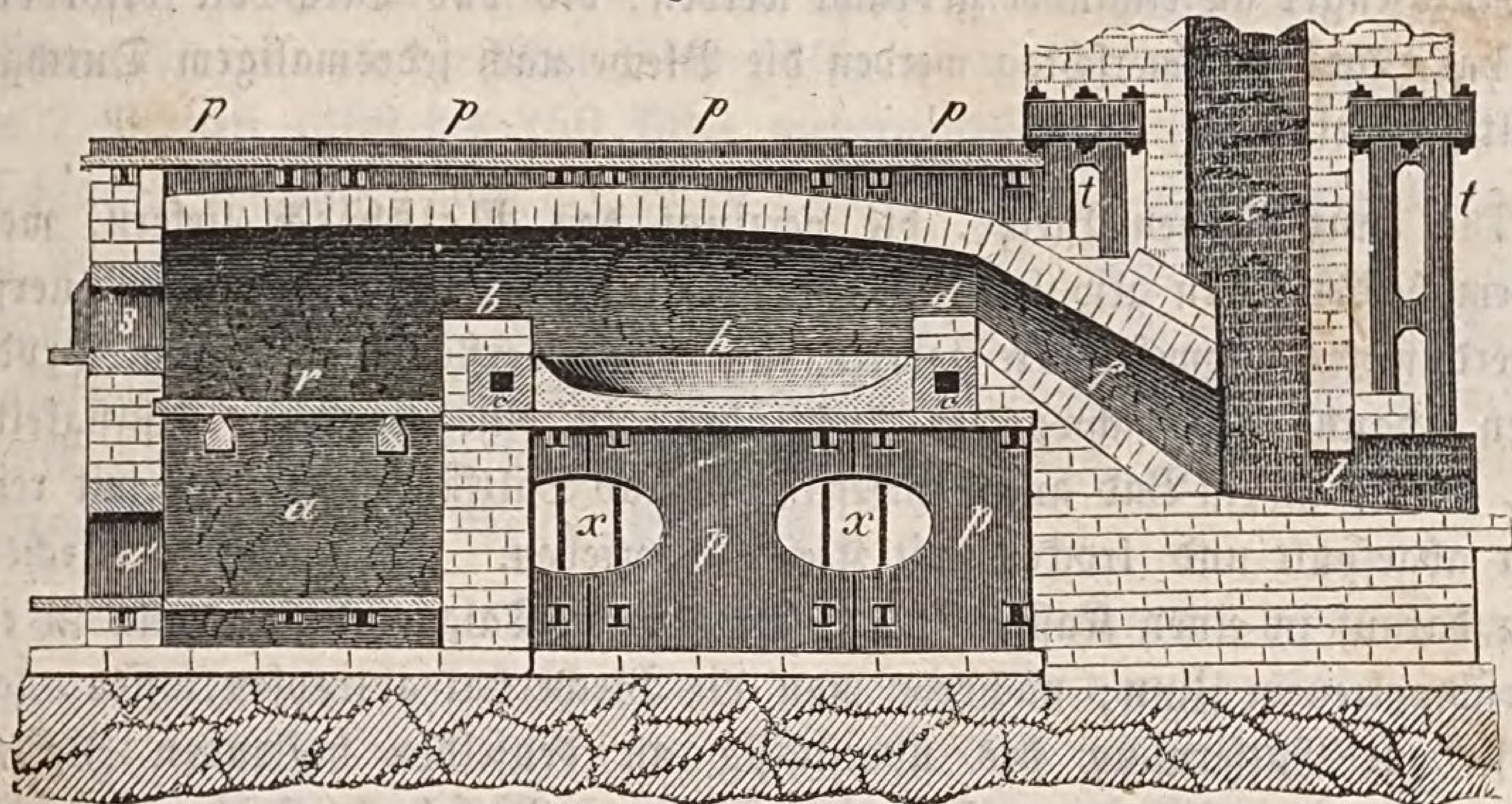
b. Der Frischarbeit im Puddelofen geht gewöhnlich das Feinmachen des Roheisens vorher. Das Roheisen wird nämlich in einem dem Frischheerde ähnlichen Ofen, Feineisenfeuer, geschmolzen und der oxydirenden Wirkung eingepreßter Luft ausgesetzt, wodurch es seinen C theilweise, und sein Si fast ganz verliert, und zu Feinmetall wird. Das Feineisenfeuer besteht aus einem länglich viereckigen Heerde, dessen Seitenwände hohle Kasten von Gußeisen bilden, durch darin fließendes Wasser abgekühlt; der Wind wird auf den zwei Längsseiten durch sechs Formen mittelst eines Gebläses eingepreßt. Das, über den glühenden Kohlen in Barren aufgeschichtete Roheisen schmilzt in Tropfen ab, die, durch den Windstrom fallend, sich oxydiren; zugleich bildet sich aus der Kohlenasche und dem Si des Roheisens, zu SiO_3 geworden, eine viel Eisen enthaltende Schlacke, die entkohlend wirkt.

Das flüssige Eisen sammelt sich auf dem Boden des Heerdes, wo es noch von dem Winde überspült wird. Ist die Arbeit vollendet, so wird Eisen und

Schlacke in eine Rinne abgelassen, wo es zu Platten erstarrt, die nach Entfernung der Schlacken zu Stücken zerschlagen werden. Dann gelangt das Feineisen in den Puddelofen.

Der Puddelofen (Fig. 93) ist ein Flammofen mit einer Heerdsohle *h*, die horizontal liegt bis nahe beim etwa 50 Fuß hohen Schornsteine *e*, wo sie sich

Fig. 93.



senkt zum Abfluß der Schlacken, *j*. *r* ist der Rost, *b* die Feuerbrücke. Der Schornstein hat zur Regulirung des Zuges eine Klappe; mehrere Thüren *s*, sowie unten eine Oeffnung *l* zum Entfernen von Asche 2c. führen zur Sohle. In den hellrothglühenden Ofen wird das Feinmetall mit eisenreicher Schlacke oder Hammerschlag eingetragen und bei geschlossenen Thüren und vollem Zuge bis zur Erweichung erhitzt, worauf die Klappe nach und nach geschlossen und das Metall mit einer Krücke bei sehr wenig geöffneter Thür umgerührt wird; dann wird wieder der volle Zug gegeben, wodurch das Eisenoxyd der Schlacke den C zu CO oxydirt, das in blauen Flämmchen zu CO_2 verbrennt; das breiweiche Eisen wird dabei beständig umgekrückt, gepuddelt, bis das Eisen sich gefrischt zeigt; nachdem die Schlacke zum Theil abgelassen, werden die zerstreut liegenden Eisenmassen durch Umherrollen zu einem runden Ballen vereinigt, der unter einem schweren, sehr rasch schlagenden Hammer weiter verarbeitet wird. In einem Walzwerke, aus zwei in entgegengesetzter Richtung sich drehenden Walzen bestehend, deren Oberfläche verschieden gerieft ist, wird das glühende Eisen weiter nach und nach zu Stäben ausgewalzt. In neuerer Zeit wendet man statt des Hammers den Stoß- oder Dampfhammer an, indem ein Stempel, 6000 bis 10,000 Pfd. schwer, durch Dampfkraft gehoben, mit ungeheurer Kraft und Schnelligkeit auf das gefrischte Eisen wirkt; der Stempel bewegt sich in Coulissen.

Da das Puddeleisen gewöhnlich ungleich ausfällt, so werden die Stangen in Stücke zerschnitten, erhitzt und nochmals durch die Walze geführt, wodurch es viel gleichförmiger wird. Durch Walzen mit entsprechenden Riefen an der Oberfläche werden auch die Eisenbahnschienen angefertigt.

853 Schwarzblech (am Niederrhein Sturz genannt) wird ebenfalls durch Walzen aus besonders gutem, sehr geschmeidigem Eisen (Osemundeisen aus Westphalen) dargestellt; man gebraucht fast nur Stabeisen, das im Frischheerde aus mit Holzkohlen ausgebrachtem Roheisen angefertigt ist. Die in passende Stücke durch eine große Scheere zerschnittenen Stäbe werden mehrmals glühend durch Walzen mit ganz ebener Oberfläche geführt, welche durch Schrauben immer enger an einander gebracht werden, bis das Blech die erforderliche Dicke hat; vom Hammerschlag werden die Bleche nach jedesmaligem Durchgehen sorgfältig gereinigt.

854 Die ganz dünnen Bleche, die verzinnt das Weißblech liefern, werden aus dem besten Eisen gewalzt. Die zu verzinnenden Bleche werden zuerst in sehr verdünnter Schwefelsäure gebeizt, um die Oberfläche ganz von Oxyd zu befreien, dann, nach schwachem Ausglühen, in eine gegohrene Flüssigkeit gebracht, wieder in ein Bad aus Schwefelsäure und Salzsäure getaucht, mit reinem Wasser abgespült und trocken mit Kleie abgerieben. Die blanken Bleche gelangen darauf in einen Kasten, der geschmolzenen Talg enthält, dann in einen mit geschmolzenem Zinn; nachdem man die Bleche hat abtropfen lassen, taucht man sie zur Entfernung des überflüssig an denselben haftenden Zinns in unreines Zinn; nachdem man sie rasch mit einem Pinsel abgestrichen hat, taucht man sie noch in reines Zinn, um ihnen einen blinkenden Ueberzug von reinem Zinn zu geben; nach öfterem Eintauchen in heißen Talg, wodurch das überflüssige Zinn sich schmelzend am unteren Rande sammelt, wird dieser Rand noch eben in Zinn getaucht und dann das fertige Blech mit Kleie abgeputzt.

855 Eisendraht, besonders feiner, kann nur aus dem besten Eisen gezogen werden. Er wird dadurch hergestellt, daß man dünne Stäbe durch immer engere Löcher einer Stahlplatte, Zieheisen, durchzieht. Die Löcher des Zieheisens sind konisch, vollkommen rund und mit sehr harten Rändern versehen. Das zu sehr dünnen Stäben (4 bis 5 Linien dick) ausgewalzte Eisen wird geglüht, auf einen Haspel gewickelt, das zugespitzte Ende durch das weiteste Loch des zwischen senkrechten Stäben beweglich schwebenden Zieheisens gezogen, und um einen zweiten gußeisernen Haspel gelegt, der dann, durch Räder gedreht, den Draht auf sich aufwickelt. Der Draht wird wieder auf den ersten Haspel gewickelt, durch das zweite Loch gezogen u. s. w., bis er die gewünschte Dicke hat, wobei er von Zeit zu Zeit in verschlossenen Kapseln ausgeglüht wird.

856 Wird dem Schmiedeeisen ein kleiner Gehalt an Kohlenstoff, bis 1,5 Proc., zugeführt, so wird es zu Stahl; gutes Roheisen, dem man bis auf die angegebene Menge C entzieht, wird ebenso zu Stahl, der also hinsichtlich seines Kohlenstoffgehaltes zwischen Roheisen und Schmiedeeisen steht. Er ist hart, und wird sehr spröde, wenn er glühend in kalte Flüssigkeiten gebracht wird, was beim Schmiedeeisen nicht der Fall ist; er läßt sich, wie Stabeisen, schmieden und schweißen. Man kann den Stahl aus Roheisen machen in einer Art Frischarbeit, und er heißt dann Rohstahl, Schmelzstahl; oder aus Stabeisen, welches den sogenannten Cementstahl, Brennstahl liefert.

Zum Stahlfrischen dient ein Heerd, der dem Frischheerde sehr ähnlich 857
ist; als Roheisen meist das aus Stahlstein mit Holzkohlen ausgebrachte Spiegeleisen in Platten. In dem Heerde voll glühender Kohlen schmilzt man, mit Zusatz von reichen Schlacken oder Hammerschlag, die erste Platte (40 bis 50 Pfd.) nieder und überläßt sie der Wirkung der Schlacke, die der Masse C entzieht, bis sie teigig wird. Eine zweite Platte (70 bis 80 Pfd.) macht die ganze Masse, niederschmelzend, wieder flüssig; sobald sie bei fortgesetzter Wirkung der Schlacken wieder teigig geworden, wird die dritte Platte niedergeschmolzen in die Mitte der Masse, die nun in der Mitte bloß flüssig wird. So wird fortgefahren, bis 6 bis 7 Platten (300 bis 350 Pfd.) niedergeschmolzen sind. Dann werden die Schlacken abgelassen und der Wind unmittelbar auf die Stahlmasse geleitet, wobei sie sich durch Entwickelung von CO aufbläht. Der Kuchen wird herausgenommen und unter dem Hammer von der Mitte aus in sieben bis acht pyramidenförmige Stücke, Schirbel, zerschnitten, die dann zu Stäben ausgeschmiedet und noch heiß in kaltes Wasser getaucht werden. Man gewinnt etwa 75 Proc. Rohstahl durch dieses Verfahren.

Der Cementstahl wird dadurch erhalten, daß man bei hoher Temperatur 858
sehr gutes Stabeisen in Stäben mit Kohle in Berührung läßt; die äußere Eisenschicht verbindet sich mit C, der aber dann auch ins Innere dringt, wodurch der Stahl in seiner Zusammensetzung sehr ungleich ausfallen muß, so daß von Außen schon fast Roheisen sich gebildet haben kann, ehe der Kern gestählt ist.

Der Stahlofen, Cementirofen, hat eine ihn ganz durchsetzende Feuerung, an der zu beiden Seiten gemauerte Kasten liegen, von Zügen zum Circuliren der Luft umgeben. Der Ofen ist noch mit einem großen und hohen Mantel umgeben, in den die Züge münden. In die Kasten werden die Stangen in Holzkohlenpulver gepackt, so daß kein Stab den andern berührt, und das Ganze mit Sand bedeckt; ein Ofen enthält gewöhnlich 30,000 bis 40,000 Pfd. Eisen. Das Feuern dauert etwa 8 Tage, während man sich von Zeit zu Zeit vom Fortschreiten der Verstählung durch Stäbe überzeugt, die man durch ausgesparte Oeffnungen herausnimmt. Nach Vollendung der Arbeit läßt man den Ofen langsam abkühlen. Die Stäbe sind mit kleinen Blasen bedeckt (Blasenstahl); der Stahl ist von grauweißer Farbe, wenig glänzend, grobkörnig auf dem Bruch.

Sowohl das Stahlfrischen, als die Cementirung liefern Stäbe, die sehr 859
ungleich gestählt sind; sie werden mit dem Hammer so weit in Stücke geschlagen, als es angeht. Die Stücke, die am leichtesten abspringen, die am besten gestählten, bilden den Edelstahl, die schwerer abspringenden die Mittelkür, das Uebrige ist Mock, und wird zur Anfertigung von Pflugscharen, Sensen und dergl. gebraucht. Stücke von Edelstahl und von Mittelkür werden, zu zweien vereinigt, zusammengeschweißt, gegerbt und gehärtet, welches Verfahren wiederholt wird, bis der Gerbstahl möglichst gleichförmig erscheint.

Ganz gleichartig fällt das Gefüge des Stahls nur dann aus, wenn er 860
geschmolzen wird (Gußstahl) in feuerfesten Tiegeln, in einem Ofen mit hohem Schornstein, der, durch Coaks geheizt, eine sehr hohe Temperatur hervorbringt

(Weißglühhitze). Der Gußstahl wird in Formen von Gußeisen zu Barren gebildet, dann noch wohl ausgeschmiedet oder gewalzt. Kleinere Gegenstände gießt man wohl in Formen.

861 Stahl, geglüht und langsam abgekühlt, wird so weich wie Schmiedeeisen, und kann ebenso verarbeitet werden; wird er aber glühend in kaltes Wasser getaucht, so wird er sehr hart und spröde (Härten des Stahls). Die aus dem weichen Stahl gearbeiteten Gegenstände hat man also nur zu glühen und in kaltem Wasser abzulöschen, um ihnen die Härte wieder zu geben. Kleinere Gegenstände werden auch wohl in geschlossener schmiedeeiserner Flasche in einem Gemisch von 3 Thln. Blei, 2 Thln. Zinn und 1 Thl. Wismuth geglüht und in kaltem Wasser gelöscht; die geöffnete Flasche wird in kochendem Wasser erwärmt, wodurch das Metallgemisch schmilzt und, abgegossen, die Gegenstände ganz blank und hart hinterläßt.

862 Um dem Stahl die zu große Härte und Sprödigkeit, die er durchs Härten erlangt, zu nehmen, erhitzt man ihn wieder, man läßt ihn an, Anlassen des Stahls. Dabei bedeckt er sich mit einer sehr dünnen Oxydhaut, die nach ihrer Dicke das Licht in verschiedenen Farben reflectirt, eben dadurch aber einen Schluß auf den Grad der Enthärtung an die Hand giebt. Wird er bis auf 220° C. erhitzt, so färbt er sich strohgelb, 240° C. goldgelb, 260° C. roth, 280° C. hellblau, 300° C. dunkelblau, 320° C. tief dunkelblau; blau werden besonders die Gegenstände angelassen, die sehr elastisch sein sollen, z. B. Uhrfedern.

863 Behandelt man Gerbstahl oder langsam abgekühlten Gußstahl mit einer verdünnten Säure, so tritt die Ungleichmäßigkeit des Gefüges oft in schönen Zeichnungen hervor; solcher Stahl heißt damascirter (von Damascus, woher so behandelte Klingen zu uns kamen). Man stellt auch den damascirten Stahl, besonders Gewehrläufe, durch Zusammenschweißen von weichen und harten Stahlstäben und nachfolgendem Aetzen dar.

864 In neuester Zeit hat man mit Erfolg Stahl und Schmiedeeisen unmittelbar aus Roheisen dargestellt, indem man den Kohlenstoff des geschmolzenen Roheisens in Gefäßen oder in Oefen durch stark eingepreßte Luft zum Verbrennen bringt, wobei das Metall eine große Hitze entwickelt und in kochende Bewegung geräth. Ein Cylinder von starkem Eisenblech, durch gußeiserne Platten an beiden Enden geschlossen und durch Rippen verstärkt, von innen mit feuerfestem, dickem Beschlage versehen, hängt in einem starken Gestell an zwei Naben, welche den Schlußplatten angegossen sind. Die Naben sind auf Axen befestigt, die durch Räder und Hebel so gedreht werden können, daß der ganze Cylinder in seiner Längsaxe um einen Viertelkreis sich bewegen kann, wobei das Gewicht des Cylinders durch Gegengewichte balancirt wird; diese Bewegung des Cylinders ist zum Ausgießen des Metalls aus dem Innern erforderlich. Die Ausgußröhre erhebt sich auf halber Cylinderlänge; sie zieht sich als Canal schief durch den innern Beschlag, so daß dieser sich im Innern tief unter der Oberfläche des flüssigen Metalls öffnet, und der dort gebildete Rand

Schlacken ꝛc. vom ausfließenden Metall bis zuletzt zurückhält; zu beiden Seiten des Ausflusses stehen noch zwei gekrümmte Canäle zum Austritt der Flamme und der Gase. Die eine Tragaxe des Cylinders ist von einem Rohre durchbohrt, das den Wind einleitet und unterhalb des Cylinders demselben der Länge nach entlang läuft; es hat Löcher mit kurzen Ansatzröhren, die in Düsen liegen, welche die Wand des Cylinders durchbohren; die Ansatzröhren können mit dem Windrohr so aus den Düsen herausgebogen werden, daß die Düsenöffnungen sich schließen. Der Cylinder wird im Innern erhitzt, und dann geschmolzenes Roheisen eingeleitet, während das Gebläse in Thätigkeit ist, bis er nicht ganz bis zur Hälfte gefüllt ist. Das die Düsenöffnungen bedeckende Metall geräth durch den Wind in kochende Bewegung, und der im Roheisen enthaltene C verbrennt, eine sehr große Hitze entwickelnd, während Flamme und Gase durch die Oeffnungen strömen. Durch die Verbrennung des C entsteht eine große Hitze, wenn auch das Roheisen kaum geschmolzen eingeleitet wurde. Das entstehende Eisenoxyd schmilzt, oxydirt und verschlackt die Verunreinigungen des Roheisens, besonders das Silicium, wobei das heftige Aufkochen eine allseitige Berührung der Eisentheilchen mit der Schlacke gestattet. Nach 15 Minuten werden schaumige Schlacken durch die Oeffnungen ausgeworfen, wobei zugleich eine helle Flamme herausschlägt; nach einigen Minuten hört der Schlackenauswurf auf, und einige Minuten später ist das Eisen so weit von C und den anderen Beimengungen befreit, daß es die Beschaffenheit des Gußstahls hat; nach weiteren 10 Minuten ist es in Schmiedeeisen übergeführt.

Zur Darstellung von Schmiedeeisen werden 30 bis 35 Minuten erfordert, wonach das Metall noch zu kochen fortfährt, so hoch ist die Hitze gestiegen. Dann werden die Oeffnungen mit Thonplatten geschlossen, man läßt etwas abkühlen, hebt den Cylinder und läßt das Metall in Formen fließen, worauf es weiter durch Quetschwerke, Hammer- oder Walzwerke verarbeitet wird. Weißglühende Eisenabfälle können ohne Brennmaterial wieder der Masse zugesetzt und geschmolzen werden.

In diesem Prozeß wird also zuerst Gußstahl durch Verbrennung des größten Theils des Kohlenstoffgehaltes erzeugt; durch weitere Entkohlung entsteht dann weicher Stahl, stahlartiges Eisen, und zuletzt weiches Schmiedeeisen; in den verschiedenen Perioden läßt sich also jede Art Eisen oder Stahl aus dem Roheisen erzeugen. Das hier angegebene Verfahren muß noch näher erprobt werden, doch sprechen Versuche, mit dem erzeugten Eisen gemacht, zu Gunsten des neuen Prozesses.

Verbindungen mit O.

a. Eisenoxydul, FeO.

Fällt man eine Auflösung von Eisenvitriol mit Aetzammoniak (Aetzkali), 865
das man zusetzt, bis nach dem Umschütteln die Lösung deutlich nach Ammoniak riecht, so erfolgt ein weißgrünlicher Niederschlag von Eisenoxydulhydrat; wird dieser abfiltrirt, so wird er bald grün, endlich braun, indem er O absorbirt

und zu Eisenoxydhydrat wird. Weiß kann der Niederschlag nur dann erhalten werden, wenn man die Lösung des Eisenvitriols und die des Aetzkalis durch Kochen von Luft befreit und die Mischung unter Abhaltung der Luft vornimmt. Wird dann unter Abhaltung der Luft erhitzt, so wird der Niederschlag schwarz unter Abgabe des Hydratwassers. FeO ist also ein schwarzes Pulver.

866 Die Eigenschaft des Eisenoxydulhydrats, rasch O zu absorbiren, macht es geeignet, aus der atmosphärischen Luft O zu entfernen, es zu eudiometrischen Versuchen zu gebrauchen, indem man Luft in verschlossener graduirter Röhre mit Eisenvitriollösung und Aetzkali schüttelt. Es färbt Glas (die Boraxperle) dunkel gelbgrün.

b. Eisenoxyd, Fe_2O_3.

867 Wird Eisenvitriol der starken Glühhitze ausgesetzt, wobei sich Schwefelsäure entwickelt (s. rauchende Schwefelsäure), so bleibt rothes Fe_2O_3, Caput mortuum, Colcothar; es ist aber nie ganz frei von Schwefelsäure. Wird 1 Thl. gerösteter Eisenvitriol mit 3 Thln. Kochsalz im Tiegel geglüht, das gebildete Glaubersalz durch Kochen aus der Masse entfernt, so bleibt Eisenoxyd in fast schwarzen, glänzenden Blättchen.

868 Es wird als Anstrichfarbe gebraucht, als Glas- und Porzellanfarbe, zu Rothstiften (mit Hausenblase und Thon zu Stangen verbunden), als Polirpulver für Metalle und Glas (pariser Roth), dann zum Schärfen der Messer, Rasirmesser (Fe_2O_3 und Graphit werden in ein geschmolzenes Gemenge von Wachs, Seife und Leinöl getragen, und dies Gemenge wird auf Streichriemen gestrichen).

869 Zum Poliren und Schleifen muß das Eisenoxyd ein sehr feines Pulver darstellen, weshalb es geschlämmt wird, was dasselbe ziemlich theuer macht. Ohne Schlämmen kann man es in der feinsten Vertheilung von schön rother Farbe auf folgende Art erhalten: Man setzt einer filtrirten Lösung von Eisenvitriol eine Lösung von Oxalsäure oder Sauerkleesalz (zweifach-oxalsaures Kali) zu, so lange noch ein Niederschlag erfolgt. Dieser grünliche, bald gelb werdende Niederschlag, oxalsaures Eisenoxyd, $Fe_2O_3, 3\,C_2O_3$, wird sorgfältig ausgesüßt, getrocknet und dann auf einer Eisenplatte durch eine untergesetzte Weingeistflamme erhitzt; der Satz verglimmt und hinterläßt Eisenoxyd.

870 In der Natur kommt Eisenoxyd als Eisenglanz, Eisenglimmer, Rotheisenstein (Blutstein) vor mit kirschrothem Strich, oft auch mit Thon verbunden, wie überhaupt das Eisenoxyd sich in vielen Verbindungen findet, und die rothe Farbe der Ziegel und der Thonwaaren, des Lehms und des Sandes bedingt.

871 Bringt man vor dem Löthrohr an eine Boraxperle wenig Fe_2O_3, so wird dieselbe beim Schmelzen in der Oxydationsflamme gelb, beim Erkalten farblos; mehr Fe_2O_3 färbt die Perle dunkelroth, sie wird beim Erkalten dunkelgelb. Auch wirkliche Glasflüsse färbt Fe_2O_3 dunkelgelb, daher es zur Darstellung gefärbter Gläser gebraucht wird.

Eisenvitriol wird in Wasser aufgelöst, etwas Schwefelsäure zugesetzt, darauf Salpetersäure hinzugeträufelt und erhitzt. Die grünliche Farbe der Lösung erscheint nun gelb, das Eisenoxydul hat sich in Eisenoxyd verwandelt und man hat eine Lösung von schwefelsaurem Eisenoxyd. Setzt man nun Aetzammoniak zu, so erhält man einen braunen Niederschlag von Eisenoxydhydrat, Fe_2O_3, HO, das, ausgewaschen und getrocknet, ein braunes Pulver giebt, welches sich leicht in HCl löst. Die Fällung kann auch mit Aetzkali oder Aetznatron vorgenommen werden, wobei man aber den Niederschlag schwer durch Waschen von allem KO oder NaO befreien kann. Geglüht liefert das Eisenoxydhydrat Eisenoxyd. 872

Es findet sich in der Natur als Braun- und Gelbeisenstein, mit Thon als Thoneisenstein und Oker.

c. Eisenoxyduloxyd, FeO, Fe_2O_3.

Verbrennt Eisen an der Luft oder in O, so entsteht Glühspahn, Hammerschlag $6 FeO + Fe_2O_3$, ebenso wenn man Eisen in Wasserdämpfen glüht (s. H). Es ist schwarz und magnetisch, und kommt in der Natur als Magneteisenstein, FeO, Fe_2O_3, in Octaëdern vor und ist ein sehr geschätztes Eisenerz. 873

Es werden 2 Thle. Eisenvitriol in Wasser gelöst, $1/2$ Thl. Schwefelsäure zugesetzt, erhitzt und mit Salpetersäure in Eisenoxyd verwandelt; dann wird eine Lösung von 1 Thl. Eisenvitriol zugesetzt und unter Umrühren Aetzammoniak bis zur schwach alkalischen Reaction. Darauf wird schnell zum Kochen erhitzt, bis der Niederschlag schwarz und körnig geworden ist; derselbe ist Eisenoxyduloxydhydrat, FeO, Fe_2O_3, HO. Nach dem Auswaschen stellt es ein sammtschwarzes, oft auch ein bräunlich schwarzes Pulver dar. 874

Es entsteht auch, wenn man längere Zeit Eisenfeile einige Zoll hoch mit Wasser bedeckt stehen läßt.

d. Eisensäure, FeO_3.

Ein Theil Eisenfeile wird mit 2 Thln. trocknem, gepulvertem Salpeter gut gemengt und das Gemenge in einen schwach rothglühenden Tiegel getragen; es fängt an einem Punkte an zu glimmen, wonach man den Tiegel vom Feuer entfernt; das Glühen erstreckt sich rasch durch die ganze Masse, bis sie in eine braune Masse, in eisensaures Kali, verwandelt ist; sie muß in gut schließenden Gläsern aufbewahrt werden. Das eisensaure Kali giebt, in Wasser gelöst, eine tief kirschrothe Lösung, fast wie die des übermangansauren Kalis. Diese Lösung zersetzt sich sehr rasch durch reducirende Körper, wie Papier, zeigt also große Aehnlichkeit mit der Mangansäurelösung. Wird Chlorbariumlösung eingeträufelt, so erzeugt sich ein rother Niederschlag von eisensaurem Baryt, der beständiger ist. FeO_3 entsteht auch dadurch, daß man Chlor in eine concentrirte Lösung von Kali leitet, worin Eisenoxydhydrat durch Rühren schwebend erhalten wird. 875

Verbindungen mit S.

876 Es giebt fünf Verbindungen des S mit dem Fe, da beide Körper große Verwandtschaft zu einander haben. Die gewöhnlichsten Schwefelstufen des Fe sind das Einfach-Schwefeleisen und das Doppel-Schwefeleisen.

a. Einfach-Schwefeleisen, FeS, Eisensulfuret.

877 Wird in eine Lösung von Eisenvitriol Schwefelammon geträufelt, so entsteht ein schwarzer, pulverförmiger Niederschlag von FeS. Wird derselbe abfiltrirt und noch naß stehen gelassen, so wird er nach einigen Stunden grauweiß durch Oxydation des Eisens und Abscheidung des S. Frei von anderen Schwefelungsstufen erhält man es, wenn man Streifen von Schwarzblech mit S im verschlossenen Gefäße erhitzt; es bildet so einen gelblichen, metallisch glänzenden Ueberzug auf dem Bleche, der beim Biegen abspringt. Das Einfach-Schwefeleisen wird zur Bereitung des HS gebraucht, zu welchem Behufe man es viel darstellt, meistens dadurch, daß man, wie wir beim HS sahen, auf im Tiegel weißglühende Nägel S wirft, wobei das Schwefeleisen schmilzt. Leichter noch erhält man es, wenn man 7 Thle. Eisenfeile mit 4 Thln. Schwefelblumen (350 : 200, Verhältniß der Atomgewichte) oder Schwefelpulver mengt, und das Gemenge in einen glühenden Tiegel nach und nach einträgt, wobei es unter Entwicklung eines purpurrothen Lichtes zu bronzefarbenem FeS schmilzt, dem aber noch andere Schweflungsstufen beigemengt sind. Daß die Gegenwart des Wassers die Vereinigung des S mit dem Fe auch bei gewöhnlicher Temperatur bedingt, sahen wir beim S.

In der Natur kommt ein Schwefeleisen krystallisirt in sechsseitigen Prismen vor von gelbbrauner Farbe, der Magnetkies, $5\,FeS, Fe_2S_3$; er ist magnetisch und entwickelt in HCl Schwefelwasserstoff unter Abscheidung von S.

b. Doppelt-Schwefeleisen, FeS_2, Eisenbisulfuret.

878 Es findet sich in der Natur krystallisirt als Schwefelkies in Würfeln, Octaëdern ꝛc. von messinggelber Farbe; er ist so hart, daß er am Stahl Funken giebt; findet sich auch in den Steinkohlen. Wird Schwefelkies erhitzt, so giebt er fast die Hälfte seines S ab (s. beim S) und wird größtentheils FeS. Geröstet giebt er SO_2 und S ab, und es entsteht endlich Eisenoxyd. Aus dem gerösteten Schwefelkies wird rauchende Schwefelsäure gewonnen (s. bei der Schwefelsäure). Von verdünnten Säuren wird Schwefelkies nicht angegriffen; wird aber gepulverter Schwefelkies in einer Reagenzröhre mit concentrirter HCl erwärmt, so entsteht unter Entwickelung von HS, Eisenchlorür, welches die Säure grünlich färbt, und S scheidet sich als Pulver ab. So mit Königswasser behandelt wird der abgeschiedene S zu SO_3 oxydirt und es entsteht schwefelsaures Eisenoxyd.

In anderer Krystallform findet sich FeS_2 als Wasserkies, der sich schon bei gewöhnlicher Temperatur an der Luft oxydirt und zerfällt. Er findet sich in

feiner Vertheilung in der Alaunerde und in der Braunkohle; seine Oxydation ist oft mit einer so starken Temperaturerhöhung verbunden, daß er Entzündung verursacht (s. Alaun).

Verbindungen mit den Halogenen.

Eisenchlorür, FeCl.

Werden rostfreie Nägel oder Draht in verdünnter HCl gelöst, so entsteht FeCl unter Entwickelung von H. Die Lösung wird erwärmt, wobei noch Eisen in derselben vorhanden sein muß, und zuletzt gekocht, dann heiß in ein Gefäß filtrirt, das man verschließen kann und das vorher mit HCl ausgespült wurde. Beim Erkalten setzen sich schön bläulich grüne Krystalle ab, FeCl + 4HO, die sehr leicht zerfließen, weshalb man sie sehr schnell zwischen Fließpapier abtrocknen muß, worauf sie dann vollends bei geringer Wärme (30° C.) getrocknet und in ein trocknes Glas mit eingeriebenem Glasstöpsel gebracht werden. 879

Läßt man die Lösung an der Luft stehen, so bedeckt sie sich bald mit brauner Haut, und verwandelt sich in braunes Eisenchlorid. Wird ein Krystall von Eisenchlorür in der Glasröhre über der Spiritusflamme erhitzt, so entweicht das Wasser, und es bleibt eine grünlich weiße Salzmasse. 880

Erhitzt man 1 Thl. sehr feiner Eisenfeilspähne (unter dem Namen ferrum limatum in der Apotheke zu haben) mit 1 Thl. Salmiak in einer Röhre, die man mit einem Stöpsel schließt, in den man mit dem Federmesser eine Furche zum Abführen der Luft und des überschüssigen Salmiaks hineinschneidet, so bleibt FeCl in silberglänzenden Schuppen zurück. 881

Eisenchlorid, Fe_2Cl_3.

Wird gewaschenes Cl so lange durch eine Lösung von FeCl geleitet, bis sie nach Cl riecht und ein Tropfen in Aetzkalilösung einen braunen Niederschlag giebt, so ist Fe_2Cl_3 entstanden und die Lösung braun geworden. Eisenchlorid ist auch dadurch zu erhalten, daß man Eisenoxyd (auch natürliches) mit concentrirter HCl digerirt und zuletzt kocht; man läßt stehen zum Absetzen des überschüssigen Eisenoxyds, gießt das Klare ab. Dunstet man die Lösung von Fe_2Cl_3 zur Syrupsconsistenz ab, so entstehen schöne gelbrothe Krystalle, die rasch Feuchtigkeit anziehen. Ein nicht zerfließliches Salz bildet man dadurch, daß man die eingedampfte Lösung an einem feuchten Ort hinstellt, z. B. im Keller; das Salz krystallisirt nach einigen Tagen. Die gebildeten Krystalle läßt man im Keller abtropfen und bringt sie in wohlverschlossene Gläser; es ist $Fe_2Cl_3 + 12HO$. 882

Wie wir beim Cl sahen, glüht ein erhitzter Eisendraht, in Cl getaucht, weiter, braune Dämpfe von Fe_2Cl_3 bildend. Auf diese Art kann man es in wasserfreien Krystallen erhalten, wenn man wie folgt verfährt: Man bringt an das eine Ende einer etwa 1 Fuß langen Glasröhre gewundenen feinen 883

Klavierdraht und leitet einen Strom durch Chlorcalcium getrocknetes Cl darüber; wird nun die Stelle des Glases, wo der Draht liegt, durch die Spiritusflamme erhitzt, so entsteht ein rothbrauner Rauch, der sich am kälteren Ende der Röhre in metallglänzenden, grauschwarzen oder dunkelgrünen Flittern ansetzt; ist die Röhre zu warm und entweicht der rothe Rauch, so kann man auch eine zweite überschieben. Wird Eisenchloridlösung bis zur Syrupsconsistenz abgedampft, in ein unten geschlossenes Glasrohr gebracht und vorsichtig erhitzt, so entweichen erst HO und HCl, dann aber sublimirt Fe_2Cl_3 und setzt sich in Blättchen ab.

884 Wird Fe_2Cl_3 in Krystallen in einer Glasröhre zur Rothglühhitze erhitzt und Wasserdampf übergeleitet, so entwickelt sich HCl, und Fe_2O_3 setzt sich in schwarzen, metallglänzenden Blättchen ab, sehr ähnlich dem Eisenglimmer, dessen Entstehen in Vulkanen man sich auf diese Art erklärt.

885 Wird Aether mit einer concentrirten Lösung von Fe_2Cl_3 geschüttelt, so färbt sich derselbe goldgelb, indem er das Chlorid löst. Im Sonnenlicht wird die Lösung farblos, im Schatten wieder gelb. Eine längere Einwirkung des Sonnenlichts bedingt Zersetzung, und es schießt FeCl an. In Alkohol gelöst scheidet sich unter diesen Umständen das FeCl nicht ab, doch tritt Entfärbung ein.

Es wird in der Färberei und in der Druckerei gebraucht.

Cyaneisen.

886 Wird frisch gefälltes Berlinerblau (s. beim Cyan die Bildung des Berlinerblaus aus salpetersaurem Eisenoxyd und Blutlaugensalz) gut gewaschen, dann in verschlossener Flasche mit Schwefelwasserstoffwasser übergossen und einige Tage an einem warmen Orte stehen gelassen, so bildet sich HCy und ein weißer Niederschlag, der sich an der Luft rasch bläut; dies ist Eisencyanür, FeCy, das besonders dadurch ausgezeichnet ist, daß es mit den Alkalien Doppelsalze von großer Wichtigkeit bildet, so besonders das schon oft angeführte und gebrauchte Blutlaugensalz, Kaliumeisencyanür, Ferrocyankalium, eine Doppelverbindung von

$$KCy \text{ und } FeCy, = 2\,KCy + FeCy + 3\,HO.$$

887 Es wird Blut in einer Schale bis zur Trockene abgedampft, dann mit der Hälfte des Gewichts KO, CO_2 gemengt und im gußeisernen Tiegel im Ofen langsam bis zur Rothglühhitze erhitzt unter beständigem Umrühren, wobei die Masse erweicht, und darauf bei verstärkter Hitze zum Schmelzen gebracht; während des Erweichens und Schmelzens der Masse erscheinen zahlreiche Flämmchen von CO, die am Ende des Prozesses aufhören. Dann wird ausgegossen, die erkaltete Masse zerkleinert und mit warmem Wasser digerirt; die klar abgegossene Flüssigkeit giebt dann abgedampft gelbe Krystalle von Blutlaugensalz. Die Schmelzung kann auch im eisernen Löffel geschehen,

oder auf einer Eisenplatte, erhitzt durch die Rauschflamme (s. im Anhang Aeolipile).

Im Blute findet sich 1/10 Proc. Eisen, das hier also in die Verbindung eingeht. Statt des Blutes kann man auch Hornkohle benutzen, wobei man das gleiche Gewicht KO, CO_2 und etwas Eisenfeile zusetzt.

Auf vorstehende Art, aus Blut, stellte man früher das Kaliumeisen- 888 cyanür dar, daher der Name »Blutlaugensalz«. Jetzt nimmt man dazu Thierstoffe, die wenig phosphorsaure Salze enthalten, Horn, altes Leder, besonders Schuhsohlen, Häute, Felle, getrocknetes Fleisch ꝛc., die vorher verkohlt werden, wobei man durch trockne Destillation kohlensaures Ammoniak und Thieröl gewinnt. Diese sehr stickstoffreiche Kohle wird, mit dem gleichen Gewichte Pottasche gemengt, in gußeisernen Gefäßen durch ein Flammfeuer, das darüberzieht, bis zum Rothglühen erhitzt, die erweichende Masse mit Eisenkrücken gerührt, dann 4 bis 8 Proc. Eisendrehspähne darunter gemischt, bei verstärktem Feuer geschmolzen, mit eisernen Löffeln ausgeschöpft, und die zerschlagene Masse mit warmem Wasser ausgelaugt, worauf die Lauge zur Krystallisation abgedampft wird. Der Rückstand wird stark ausgelaugt und das Waschwasser zur nächsten Auslaugung benutzt; die Kohle giebt noch ein gutes Düngmittel ab. Die gewonnenen Krystalle werden noch umkrystallisirt. Man gewinnt aus Lederkohle 8 Proc., aus Hornkohle 10 Proc. Blutlaugensalz.

Ein anderes Verfahren ist aus der Erfahrung hervorgegangen, daß KO 889 die Verbindung zwischen C und dem N der Luft vermitteln kann. Man läßt atmosphärische Luft über glühende Coaks gehen, wodurch sich nach dem Verzehren des O der Luft N und CO bilden; dies Luftgemenge streicht dann über glühende, vorher mit Pottasche getränkte Holzkohlen; die Kohle verweilt 10 Stunden lang in der Glühhitze (in einem Ofen), dann nimmt man die dem Eintritt der Gase zunächst liegende Lage Kohlen fort und ersetzt sie durch neue an dem entgegengesetzten Ende, wodurch ein beständiges Vorrücken der Kohlen stattfindet. Dann werden die Kohlen in eisernem Kessel mit Spatheisenpulver gekocht, worauf die Lösung sehr reines Ferrocyankalium liefert. Die rückständigen Holzkohlen werden wieder getränkt und eingesetzt.

Wird Ferrocyankaliumlösung in eine Lösung von schwefelsaurem Kupfer- 890 oxyd, Kupfervitriol, geträufelt, so erfolgt ein braunrother Niederschlag, in schwefelsaurem Zinkoxyd ein weißer, ebenso in salpetersaurem Bleioxyd; in salpetersaurem Eisenoxyd entsteht ein blauer Niederschlag, Berlinerblau, was wir weiter unten näher kennen lernen werden. Beim Kupfervitriol wird die Zersetzung folgende sein:

$$2\,KCy + FeCy + 2(CuO + SO_3) = 2\,CuCy + FeCy + 2(KO + SO_3).$$

Auf diese Art bildet Ferrocyankalium auch mit andern Metallsalzen Eisencyanür-Cyanmetalle als oft sehr charakteristische Niederschläge. Dadurch wird es zu einem Reagenz in der Chemie, wie z. B. der braunrothe Niederschlag

in Kupfersalzen auch in sehr verdünnten Lösungen eine genaue Probe auf Kupfer bildet. Es ist nicht giftig.

891 Das Blutlaugensalz krystallisirt in citronengelben, abgestumpften Quadratoctaëdern, von süßlich bitterm Geschmack. Es ist in 4 Thln. kaltem, in 2 Thln. kochendem Wasser löslich; in Alkohol ist es unlöslich. In starker Glühhitze entwickelt es Stickgas, Kohleneisen setzt sich ab und es entsteht Cyankalium; mit KO, CO_2 bildet sich Cyankalium, cyansaures Kali und Eisen (s. Bereitung des Cyankaliums). Es wird in der Färberei zum Blaufärben der Zeuge gebraucht.

892 Das Eisencyanid ist eine dunkelbraungelbe Flüssigkeit, die mit dem K das rothe Blutlaugensalz, Kaliumeisencyanid, Ferridcyankalium, $3 KCy + Fe_2 Cy_3$, bildet.

Durch eine Lösung von Blutlaugensalz, etwa in einem weiten Standglase, wird Cl geleitet, unter beständigem Umrühren, bis die gelbe, dann grünliche Flüssigkeit bei durchfallendem Kerzenlicht roth erscheint, und bis sie in einer Lösung von Eisenchlorid keine blaue Färbung mehr zeigt. Diese letzte Probe macht man so, daß man Tropfen von Eisenchlorid auf einen Teller bringt und von der Flüssigkeit einträgt. Die verdampfte Lösung liefert sehr schöne rothe Krystalle von Ferridcyankalium, die man nochmals umkrystallisirt.

Leitet man zu lange Chlor ein oder rührt man nicht auf, so entstehen beim Abdampfen grüne Krystalle, eine Mischung von Eisencyanid und Eisencyanür, $= FeCy + Fe_2 Cy_3 + 4 HO$.

893 Ein Krystall von Ferridcyankalium, in einer Lichtflamme erhitzt, brennt mit Sprühen und Ausstoßen von Eisenfunken. In Wasser ist Ferridcyankalium schwerer löslich als Ferrocyankalium.

894 Ferridcyankalium fällt Eisenoxydulsalze schön blau, nicht aber die Eisenoxydsalze, wogegen Ferrocyankalium nur die Eisenoxydsalze blau fällt. Durch diese Eigenschaft wird das Ferridcyankalium ein sehr empfindliches Reagenz auf Eisenoxydulsalze und dient, um FeO von $Fe_2 O_3$ zu unterscheiden; es färbt eine Flüssigkeit mit noch so wenig Eisenoxydul grünlich. Ueberhaupt fällt es die Salze der Schwermetalle, worin 1 At. des Metalls mit 1 At. O verbunden ist, mit charakteristischen Farben, die Salze von ZnO z. B. dunkelgelb, Ferridcyanzink, $= 3 Zn + Fe_2 Cy_6$, wie folgende Formel nachweist:

$$3 KCy + Fe_2 Cy_3 + 3 ZnO = 3 KO + Fe_2 Cy_6 + 3 Zn.$$

Kupferoxydsalze geben einen gelbgrünen Niederschlag.

895 Es wird in der Färberei zum Blaufärben, und zum Kattundrucken gebraucht.

896 Das Eisencyanür sowohl, als das Eisencyanid bilden mit den Leichtmetallen ebenfalls Verbindungen; so giebt es ein Natriumeisencyanür und ein Natriumeisencyanid, ein Bariumeisencyanür und ein Bariumeisencyanid.

897 Eisencyanür und Eisencyanid bilden auch eine blaue Verbindung, das Eisencyanürcyanid, das bekannte Berlinerblau:

$$3 FeCy + 2 Fe_2 Cy_3 + 20 HO.$$

Wird Blutlaugensalzlösung mit einem Eisenoxydsalze gefällt, z. B. mit salpetersaurem Eisenoxyd, so entsteht gleich der schönblaue Niederschlag von Berlinerblau, nach folgender Formel:

$$3\,(2\,KCy + FeCy) + 2\,(Fe_2O_3 + 3\,NO_5) = 6\,KO, NO_5 + 3\,FeCy + 2\,Fe_2Cy_3.$$

Wird ein Eisenoxydulsalz, z. B. schwefelsaures Eisenoxydul, mit Blutlaugensalzlösung gemischt, so entsteht ein weißbläulicher Niederschlag, der bei öfterem Umrühren nach und nach dunkelblau wird, indem das Eisenoxydul zu Eisenoxyd sich oxydirt und dann Berlinerblau entsteht. Setzt man einige Tropfen Salpetersäure zu und erwärmt, so geschieht diese Oxydation rascher. Das salpetersaure Eisenoxyd liefert ein schönes Berlinerblau; man erhält auch ein schönes Blau nach folgender Vorschrift: 12 Thle. Eisenvitriol werden in Wasser gelöst und die Hälfte dieser Lösung mit 2 Thln. HCl und darauf mit Chlorkalklösung so lange vermischt, bis alles Oxydul Oxyd geworden ist. Dann werden die Lösungen zusammengegossen und mit 10 Thln. Blutlaugensalz gefällt.

Das Auswaschen des Niederschlags auf dem Filter muß mehrere Tage fortgesetzt werden; dann läßt man denselben halbtrocken werden, nimmt ihn mit einem Spatel vom Papier und bringt ihn auf einen Porzellanscherben, worauf er zu schwarzbraunen Klumpen von kupferrothem Schein trocknet; ohne diese Vorsicht haftet das getrocknete Berlinerblau fest am Papier, so daß es immer etwas davon beim Ablösen mitnimmt.

Im Großen wird Berlinerblau so dargestellt, daß man 100 Thle. Blut- 898
laugensalz in Wasser löst und 74 Thle. Eisenvitriol in Wasser gelöst unter Umrühren zusetzt, den Niederschlag aufs Filter trägt und ablaufen läßt; dann wird er mit Wasser gekocht und 47 Thle. Salpetersäure zugesetzt, um das FeO höher zu oxydiren, und darauf die Masse mit 33 Thln. Schwefelsäure gemischt, um das Eisen auszuziehen, das im Niederschlag ist. Nach einigen Tagen wird der dunkelblaue Niederschlag gut ausgewaschen, filtrirt, ausgepreßt und an der Luft oder in Trockenstuben getrocknet. Hellere Farben werden durch Zumischen von Thonerdehydrat erhalten. Turnbull's Blau erhält man durch Fällung des rothen Blutlaugensalzes mit Eisenchlorür und Digestion des Niederschlags im überschüssigen Fällungsmittel.

Soll das Berlinerblau als Wasserfarbe benutzt werden, so wird der fri- 899
sche, etwas ausgewaschene Niederschlag mit verdünnter Salzsäure behandelt, dann sorgfältig mit Wasser ausgewaschen, mit Gummiwasser versetzt und in Stangen geformt getrocknet; so zubereitet behält es seine feine Zertheilung beim Auflösen in Wasser, ohne daß man es auf dem Steine fein zu reiben braucht. Wird eben so mit Salzsäure behandeltes und gewaschenes Berlinerblau mit 1/4 Thl. krystallisirter Oxalsäure und etwas wenigem Wasser gerieben, dann mit Wasser verdünnt und filtrirt, so erhält man eine tiefblaue Lösung, die mit Gummiwasser versetzt eine blaue Dinte bildet, welche auch als Wasserfarbe benutzt werden kann.

900 Das Berlinerblau wird durch concentrirte Schwefelsäure weiß gelöst, dann farblos, fällt aber beim Verdünnen mit Wasser wieder blau nieder; concentrirte NO_5,HO oder HCl zerstören es. Wird es in einer Glasröhre mit einer Weingeistflamme erhitzt, so entwickelt es viel kohlensaures Ammoniak und Wasser, und es bleibt ein schwarzes Pulver, Kohle und Kohleneisen. Auf der Kohle vor dem Löthrohr verglimmt es und hinterläßt Eisenoxyd. Es ist nicht giftig.

901 Wird Berlinerblau in eine Lösung von Aetzkali gegeben, so lange die blaue Farbe noch verschwindet, so liefert die filtrirte und abgedampfte Lösung Krystalle von Ferrocyankalium; auf dem Filter bleibt rothbraunes Eisenoxydhydrat. Folgende Formel erläutert diesen Vorgang:

$$3\,FeCy + 2\,Fe_2Cy_3 + 6\,KO = 2\,Fe_2O_3 + 3\,(2\,KCy + FeCy).$$

902 Das Berlinerblau wird wegen seiner Schönheit viel als Anstrichfarbe auf Holz, Tapeten 2c. gebraucht, obgleich es jetzt durch das beständigere Ultramarin vielfach ersetzt wird. Man färbt auch damit Seide, Baumwolle, Wolle 2c., indem man erst die Waare in Eisenlösung bringt und dann durch eine saure Lösung von Blutlaugensalz zieht; das Berlinerblau erzeugt sich in der Faser, weshalb es auch auf derselben haftet, ohne doch eine beständige Farbe zu liefern.

Sauerstoffsalze.

a. Schwefelsaures Eisenoxydul, Eisenvitriol, $FeO,SO_3 + 7\,HO$.

903 Am reinsten erhält man es wohl aus dem Rückstande von der Schwefelwasserstoffgasbereitung aus FeS und SO_3,HO; die Lösung wird filtrirt, abgedampft und zur Krystallisation gebracht. Das Salz krystallisirt in schiefen, rhombischen Säulen von blaßgrüner bis bläulich grüner Farbe, und von zusammenziehendem, dintenhaftem Geschmack; es löst sich in $1^1/_2$ Thln. kaltem und $^1/_3$ Thl. kochendem Wasser. Aus der Lösung setzt sich ein braunes Pulver ab, schwefelsaures Eisenoxydhydrat.

904 Löst man oxydfreies Eisen (Drahtenden, Stifte) in verdünnter Schwefelsäure, wobei sich H entwickelt, indem man sorgt, daß noch Fe bleibt, kocht, und filtrirt in ein mit Schwefelsäure ausgespültes Glas, das man verschlossen an einem kühlen Ort zur Krystallisation hinstellt, so erhält man ebenfalls Krystalle von sehr reinem Eisenvitriol; man spült sie mit etwas Wasser und Weingeist ab und trocknet sie rasch in der Sonne oder in einer Wärme von 30° C. auf Fließpapier.

905 Ein sehr reines Product erhält man auf folgende Weise: In eine filtrirte, warme, concentrirte Lösung von Eisenvitriol wird Weingeist gemischt, so lange noch ein Niederschlag eines bläulich grünweißen Krystallpulvers entsteht, und gut umgerührt; das Pulver wird noch mit Weingeist gewaschen, aufs Filter zum Abtropfen gebracht und in trockner Luft getrocknet.

Im Großen wird der Eisenvitriol meist aus dem Eisenkies gewonnen. 906
Er wird entweder an freier Luft geröstet, indem man abwechselnde Lager von Erz und Brennmaterial bildet und anzündet, wodurch sich SO_2 und S verflüchtigt (zur Fabrikation der SO_3 zu benutzen), oder er wird in Retorten einer Destillation unterworfen, wodurch man S gewinnt.

Die Rückstände, ein Gemenge der niedrigeren Schwefelungsstufen des Eisens (besonders FeS), werden nun unter freiem Himmel auf festgestampftem, etwas geneigtem Thonboden (Bühne) in Haufen aufgeschichtet und von Zeit zu Zeit mit Wasser begossen; das Fe oxydirt sich dann höher, so wie der S zu SO_3. Bilden sich kleine Krystalle von Eisenvitriol auf den Rändern der Haufen, so werden dieselben mit Wasser ausgelaugt, das als Vitriolwasser in einen großen Behälter, Sumpf, fließt, worin altes Eisen liegt, um die etwa noch freie Schwefelsäure zu binden.

Die erhaltene Lauge wird nun in Pfannen concentrirt, worin auch noch altes Eisen liegt, und dann in Behälter abgelassen, wo sie noch einen Niederschlag von basisch schwefelsaurem Eisenoxyd (benutzt zur Fabrikation der rauchenden Schwefelsäure) und Gyps absetzt. Die klare Lauge gelangt dann in die Krystallisationsbehälter, wo die Krystalle an Schnüren und Holzstäben sich absetzen; die Mutterlauge wird weiter concentrirt. Schwefelsaure Thonerde, die oft in dem Absatz sich findet, wird auf Alaun verarbeitet. Oft kommt der Kies als Wasserkies in Steinkohlen und Braunkohlen vor, oft in Schiefern in fein zertheiltem Zustande; hierbei bedarfs keiner Röstung, sondern der Kies oxydirt sich rasch, oft so rasch, daß er sich in den Haufen entzündet, wie wir beim Schwefeleisen schon sagten. Die Vitriolhaufen werden ebenso behandelt, die schwefelsaure Thonerde auf Alaun benutzt.

Legt man ein blankes Stück Eisen in eine Lösung von schwefelsaurem 907
Kupferoxyd, so geht die blaue Farbe bald in eine grüne über, während sich das Eisen mit Kupfer überzieht.

Das Eisen entzieht dem Kupfersalze den O und die Schwefelsäure, und löst sich zu Eisenvitriol, so daß, wenn man genug Eisen genommen hat, die Lösung jetzt nur Eisenvitriol enthält. Dies Verhalten benutzt man wohl, um das Vitriolwasser von oft darin vorkommendem Kupfervitriol zu reinigen, indem man Eisen hineinlegt.

Wird Galläpfelpulver mit Weingeist übergossen und einige Tage stehen 908
gelassen, so erhält man eine gelbe Flüssigkeit, Galläpfeltinctur (Auflösung einer organischen Säure, der Galläpfel-Gerbsäure). Etwas von dieser Tinctur in eine Lösung von reinem Eisenvitriol gegossen, erzeugt einen hellfarbigen, nach und nach schwarz werdenden Niederschlag, indem das Eisenoxydul sich durch den Einfluß des O der Luft höher zu Eisenoxyd oxydirt, welches von Galläpfelgerbsäure blauschwarz gefärbt wird. Mischt man in die blauschwarze Flüssigkeit Gummiwasser, oder besser kocht man das Galläpfelpulver mit Wasser, filtrirt und setzt dann Eisenvitriol und Gummi zu, so hat man die schwarze Schreibdinte.

b. Schwefelsaures Eisenoxyd, $Fe_2O_3, 3SO_3$.

909 Löst man 10 Thle. Eisenvitriol in Wasser und setzt 4 Thle. concentrirte Schwefelsäure zu, erhitzt bis zum Kochen, und fügt Salpetersäure hinzu, bis die schwarz gewordene Flüssigkeit (durch Stickoxydgas) gelb sich zeigt und die Gasentwickelung aufgehört hat, so hat man eine Lösung von neutralem, schwefelsaurem Eisenoxyd, die beim Verdampfen eine gelbliche Salzmasse giebt, ohne zu krystallisiren.

910 Wird eine Lösung von schwefelsaurem Eisenoxyd mit Galläpfeltinctur versetzt, so entsteht gleich eine schwarze Färbung, und endlich ein schwarzer Niederschlag (galläpfelgerbsaures Eisenoxyd). Zieht man ein Läppchen von Leinwand erst durch die Galläpfeltinctur und darauf durch die Lösung von schwefelsaurem Eisenoxyd, so wird es schwarz gefärbt, indem der Niederschlag in der Faser entstanden ist und haftet. Auf diese Art färbt man Seide, Wolle, Leder ꝛc. schwarz, und erklärt sich daraus der vielfache Gebrauch der Eisensalze in der Färberei und Druckerei, besonders des Eisenvitriols. Statt der schwefelsauren Eisensalze nimmt man häufig holzessigsaures Eisenoxyd (s. die trockne Destillation des Holzes beim Kohlenstoff).

911 Sowohl Eisenvitriol, als schwefelsaures Eisenoxyd wird auch in der Heilkunde angewandt, ferner zur Darstellung des Berlinerblaus; der Eisenvitriol auch beim Blaufärben mit Indigo.

c. Salpetersaures Eisenoxyd, $Fe_2O_3, 3NO_5$.

912 Es entsteht durch Uebergießen von Eisenfeile mit Salpetersäure, wobei sich braune Dämpfe von NO_3 entwickeln. Nach dem Verdunsten in gelinder Wärme bleibt eine syrupdicke, rothbraune Masse, die sich leicht in Wasser und Alkohol löst. Es wird viel in der Färberei gebraucht als Eisenbeize, zu deren Bereitung man gewöhnlich eine Lösung von Eisenvitriol mit Salpetersäure oxydirt, ein Gemenge von salpetersaurem und schwefelsaurem Eisenoxyd.

d. Kohlensaures Eisenoxydul, FeO, CO_2.

913 Wird eine Lösung von Eisenvitriol mit KO, CO_2 oder NaO, CO_2 gefällt, so entsteht ein weißer Niederschlag von FeO, CO_2, der bald graugrün, endlich beim Trocknen schwärzlich braun wird, indem er sich zu Oxydoxydul und zu Oxydhydrat oxydirt; nur unter besonderen Vorsichtsmaßregeln kann man ein an FeO, CO_2 reiches Präparat erhalten, indem man die Fällung in einer Flasche vornimmt, die man mehrmals mit ausgekochtem heißen Wasser füllt, vom Niederschlag endlich abgießt, diesen durch Pressen zwischen Fließpapier rasch trocknet und in sorgfältig verschlossenen Gefäßen aufbewahrt.

FeO, CO_2 findet sich in der Natur als Stahlstein, in graugelben, oft braunen Rhomboëdern krystallisirt, mit etwas MnO, CO_2; auch mit Thon gemengt als Sphärosiderit.

Der Stahlstein verwandelt sich vor dem Löthrohr auf Kohle erhitzt in Eisenoxydoxydul, das dem Magnete folgt. Er löst sich ziemlich in kohlensauren Gewässern und bildet dann die sogenannten Stahlwässer; aus denselben setzt sich beim Entweichen der CO_2 Eisenoxydhydrat als braune, zuletzt zu Boden sinkende Haut ab; berühmt ist das Stahlwasser von Pyrmont.

e. Phosphorsaures Eisenoxydul.

Es entsteht beim Einträufeln einer Lösung eines Eisenoxydulsalzes in eine Lösung von phosphorsaurem Natron als weißer Niederschlag, der schnell sich bläut. Es kommt in der Natur als Blaueisenerde vor. 914

f. Oxalsaures Eisenoxyd, $Fe_2O_3, 3\,C_2O_3$.

Es entsteht als gelbes Pulver, wenn eine Eisenoxydlösung mit Oxalsäure gefällt wird; als grünlichen, bald gelbwerdenden Niederschlag erhält man es auch, wenn man ein Eisenoxydulsalz, z. B. Eisenvitriol, mit C_2O_3 fällt. Es giebt geglüht ein schönes Eisenoxyd (s. Eisenoxyd). 915

Die meisten Eisenoxydulsalze sind (im wasserhaltigen Zustande) hellgrün; die Lösungen besitzen einen herben Metallgeschmack. In den reinen Lösungen erzeugen Aetzkali oder Aetznatron weiße, sich grün, endlich rothbraun färbende Niederschläge; Aetzammoniak erzeugt eben solche Niederschläge, die sich aber im Ueberschuß des Fällungsmittels wieder lösen. HS fällt die Salze der stärkeren Säuren nicht, wohl aber nach Zusatz von KO oder NaO schwarz, FeS, sowie auch Schwefelammon. Ferrocyankalium fällt einen weißen, sich rasch bläuenden Niederschlag; Ferridcyankalium fällt gleich tief blau. Phosphorsaures Natron schlägt einen weißen, sich bläuenden Niederschlag nieder. Die Boraxperle wird in der Oxydationsflamme gelb, beim Erkalten farblos; in der Reductionsflamme wird die Perle grün. 916

Die Eisenoxydsalze geben gelbe oder braune Lösungen. Aetzende Alkalien und kohlensaure Alkalien fällen Eisenoxydhydrat braun. HS erzeugt einen weißen Niederschlag von S.

Schwefelammon fällt schwarzes Eisensulfuret, FeS.

Ferrocyankalium fällt blau, Ferridcyankalium fällt nicht, färbt nur braun. Rhodankalium fällt die Eisenoxydsalze blutroth, wodurch die geringste Spur des Salzes zu erkennen ist.

Fragen und Aufgaben zu schriftlicher Ausarbeitung.

a. Wodurch unterscheiden sich weißes und graues Roheisen? — b. In wiefern bietet das Aussehen und die Beschaffenheit der Schlacken einen Anhaltspunkt dar zur Beurtheilung des Ganges des Hohofens? — c. Warum

setzt man Kalk dem Erze zu beim Verschmelzen? — d. Welcher Unterschied ist in chemischer Hinsicht zwischen Gußeisen, Schmiedeeisen, Stahl, und welcher Unterschied zeigt sich in mechanischer (physikalischer) Hinsicht (innere Beschaffenheit, Structur, Härte rc.)? — e. Was ist der Zweck des Frischens des Roheisens? — f. Wie unterscheiden sich die Hohofenschlacken von den Frischschlacken? — g. Warum wird das gefrischte Eisen noch unter den Hammer gebracht? — h. Warum muß beim Drahtziehen der Draht mehrmals ausgeglüht werden? — i. Wie macht man Stahl aus Roheisen? — k. Durch welches Verfahren stellt man Stahl aus Schmiedeeisen dar? — l. Durch welches Verfahren gewinnt man aus dem gut und weniger gut verstählten Eisen einen Stahl von ziemlich gleichmäßigem Gefüge? — m. Welches Verfahren liefert aus den verschiedenen Stahlsorten allein einen im Gefüge gleichmäßigen Stahl? — n. Wie erklärt sich das Entstehen der Farben beim Anlassen des Stahls? — o. Gerösteter Eisenvitriol mit Kochsalz im Tiegel geglüht (Nr. 867) giebt Fe_2O_3 und Glaubersalz; die erklärende Formel soll gegeben werden! — p. Nach Nr. 869 liefert durch Verglimmen der Niederschlag, den C_2O_3 in Eisenvitriol erzeugt, schönes Eisenoxyd; das erklärende Schema ist anzufertigen! — q. Was bleibt in Lösung, wenn man nach Nr. 872 mit Aetzammoniak Eisenoxydhydrat fällt? — r. Die erklärende Formel zu Nr. 881 zu geben! — s. Welcher Oxydationsstufe entspricht das Eisenchlorür, welcher das Eisenchlorid? — t. Nach der in Nr. 890 gegebenen Formel soll ein Schema gegeben werden, das den chemischen Vorgang versinnlicht beim Zumischen von Blutlaugensalzlösung zu einer Lösung von schwefelsaurem Zinkoxyd! — u. Ebenso soll nach Nr. 894 ein Schema aufgestellt werden, das den chemischen Vorgang angiebt beim Zusammenbringen einer Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd und einer Lösung von Ferridcyankalium! — v. Bei welcher Gelegenheit haben wir schon die Bereitung des salpetersauren Eisenoxyds aus Eisen und Salpetersäure kennen gelernt? — w. Es sollen die Verbindungen des Mangans mit denen des Eisens verglichen und übersichtlich zusammengestellt werden!

XXII. Chrom, Chromium, Cr.

917 Wird in eine Lösung von doppelt chromsaurem Kali, das wir beim O schon kennen lernten, eine Lösung von essigsaurem oder salpetersaurem Bleioxyd gegeben, so entsteht ein schön gelber Niederschlag von chromsaurem Bleioxyd, den man aufs Filter nimmt und auswäscht; dann wird er mit verdünnter Salzsäure gekocht, worauf ein weißes Pulver sich absetzt (Chlorblei) und die Flüssigkeit grün erscheint, Chromchlorid. — In die vom weißen Satz abgegossene Flüssigkeit wird Aetzammoniak gegeben, so lange ein röthlich grüner Niederschlag entsteht, Chromoxydhydrat; dieser wird endlich gewaschen, getrocknet und geglüht, worauf er ein dunkelgrünes Pulver bildet, Chromoxyd. Dies

wird mit 1/5 Kohlenpulver genau gemengt und im Kohlentiegel (wie beim Mangan) in heftigem Gebläsefeuer (im Seffström'schen Ofen) geglüht.

Man findet das reducirte kohlenhaltige Metall als poröse, nicht geflossene spröde Masse, die man pulvert und mit etwas Chromoxyd im bedeckten Porzellantiegel, der (wie beim Mangan) mit Holzkohlenstückchen umgeben im Thontiegel steht, nochmals starker Gebläsehitze aussetzt. Die erhaltene Masse, durch das Chromoxyd großentheils von C befreit, stellt dann einen zusammengesinterten Metallklumpen dar.

Das Chrommetall ist spröde, weiß, vom specif. Gewicht = 6,0; es ist 918
so hart, daß es Glas ritzt. In trockner Luft und bei gewöhnlicher Temperatur oxydirt es sich nicht, wohl aber bei Dunkelrothglühhitze. In verdünnter Schwefelsäure und in Salzsäure löst es sich leicht unter Entwickelung von H.

Verbindungen mit O.

a. Chromoxydul, CrO.

Wird über ein im Porzellanrohr glühendes Gemenge von Chromoxyd 919
(s. Nr. 917) mit Kohle trockenes Chlorgas geleitet, so erhält man wasserfreies Chromchlorid sublimirt in rothen Flittern; wird dies im Porzellanrohr erhitzt, während trocknes H überstreicht, so erhält man Chromchlorür, das in Wasser blau sich löst. In dieser Lösung erzeugt Aetzkali einen dunkelbraunen Niederschlag von Chromoxydulhydrat, das sich aber mit dem Wasser gleich zersetzt unter Entwickelung von H, zum Hydrate des Oxydoxyduls, Cr_2O_3, CrO. Chromoxydul bildet Salze, deren Lösungen blau oder roth gefärbt sind, und sich rasch an der Luft oxydiren.

b. Chromoxyd, Cr_2O_3.

Unter Nr. 917 haben wir schon eine Art der Bereitung kennen gelernt. 920
Als schön grünes Pulver erhält man es auf folgende Art: Quecksilber wird in kalter überschüssiger Salpetersäure gelöst (die Auflösung geschieht rasch unter Entwickelung von NO_2); die erhaltene Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul, Hg_2O, NO_5, wird in eine Lösung von doppelt chromsaurem Kali, $KO, 2CrO_3$, gegeben, so lange noch ein pomeranzengelber Niederschlag von chromsaurem Quecksilberoxydul, Hg_2O, CrO_3, entsteht. Dieser wird ausgewaschen, getrocknet und geglüht, wobei sich O und Hg entwickelt und Cr_2O_3 bleibt, nach folgender Formel:

$$2(Hg_2O + CrO_3) = Cr_2O_3 + 4Hg + 5O.$$

Wird ein Gemenge von 1 Thl. $KO, 2CrO_3$, 1 Thl. KO, CO_2 und 921
$1^1/_2$ Thln. NH_4Cl geglüht, das gebildete Chlorkalium mit Wasser ausgewaschen, so bleibt Cr_2O_3 als grünes Pulver, nach folgender Formel:

$$KO, 2CrO_3 + KO, CO_2 + 2NH_4Cl = 2KCl + Cr_2O_3 + 4HO + NH_4O, CO_2 + N.$$

Es kann auch erhalten werden durch Erhitzen (im Thontiegel) von 2 Thln. $KO, 2 CrO_3$ mit 1 Thl. S; es entsteht KO, SO_3, das ausgewaschen wird, und Cr_2O_3. Es kann auch in harten schwarzen Krystallen dargestellt werden, wie später gezeigt werden soll.

922 Wird eine heiße concentrirte Lösung von $KO, 2 CrO_3$ mit ClH im Ueberschuß versetzt und schweflige Säure durchgeleitet (so lange, bis die Lösung stark nach SO_2 riecht), so färbt sie sich erst gelb, dann braun, endlich schön grün; wird nun mit Aetzammoniak versetzt, so schlägt sich ein graublauer gelatinöser Satz nieder, Chromoxydhydrat, $Cr_2O_3 + 6 HO$, das ausgewaschen wird. Man kann auch so verfahren, daß man in eine heiße Lösung von $KO, 2 CrO_3$ Salzsäure und Alkohol in kleinen Antheilen zusetzt, bis die gelbrothe Farbe in eine dunkelgrüne sich verwandelt hat und kein Aufbrausen mehr entsteht (Alkohol zerfällt in CO_2 und Essigsäure); dann wird mit Aetzammoniak gefällt.

923 Das frisch gefällte Oxydhydrat wird meist zur Darstellung der Chromoxydsalze gebraucht, da es sich leicht in Säuren löst, das grüne Oxyd hingegen nach dem Glühen fast ganz unlöslich in denselben ist. Wird das Hydrat erhitzt, so verwandelt es sich unter Erglühen in grünes Oxyd. Das Oxyd ist nach der Art der Darstellung sehr verschieden grün, sehr dunkel bis hellgrün.

924 Wird eine im Platinöhr vor dem Löthrohr geschmolzene Boraxperle mit etwas Chromoxyd wieder geschmolzen, so färbt sich die Perle schön grün, bei Zusatz von mehr Oxyd dunkel smaragdgrün. Dies Verhalten macht das Cr_2O_3 zu einer werthvollen Schmelzfarbe auf Porzellan, indem es sehr feuerbeständig ist; eben so wird es zum Grünfärben von Gläsern gebraucht, auch in der Oelmalerei.

c. Chromsäure, CrO_3.

925 Man sättigt in der Wärme Wasser mit $KO, 2 CrO_3$ und läßt stehen, bis der Theil des Salzes herauskrystallisirt ist, den Wasser in der Wärme mehr, als in gewöhnlicher Temperatur zu lösen vermag. Ein Volum dieser Lösung gießt man in dünnem Strahl unter beständigem Umrühren in $1\frac{1}{2}$ Volumina englischer Schwefelsäure in einer Schale. Die CrO_3 schießt dann bald in prächtig rothen Krystallen, Nadeln, an, von denen die Mutterlauge, das gebildete schwefelsaure Kali enthaltend, abgegossen wird. Die Krystalle legt man auf eine gebrannte unglasirte Thonplatte, welche die anhängende Mutterlauge einsaugt; fast ganz rein werden die Krystalle erhalten, wenn man in der Wärme Wasser damit sättigt und krystallisiren läßt. Man kann auch in eine bei 50 bis 60 Grad gesättigte Lösung von 1 Thl. $KO, 2 CrO_3$ ein Gemisch von 1 Thl. Wasser und 1 Thl. SO_3, HO setzen, und unter Umrühren erhitzen, bis Alles aufgelöst ist; beim Erkalten hat man ein erstarrtes Gemenge von CrO_3 und $KO, 2 SO_3$; man setzt dann wenig Wasser zu, zerreibt, gießt ab und laugt so nach und nach die CrO_3 und etwas Schwefelsäure aus, worauf zuletzt gelbgefärbtes $KO, 2 SO_3$ bleibt. Die erhaltenen Lösungen werden dann concentrirt und Schwefelsäure zugesetzt, welche die CrO_3 niederschlägt, die man wie

oben gesagt behandelt. Die Krystalle sind im gut schließenden Glase aufzubewahren.

Die CrO_3 löst sich leicht in Wasser. Beim Erhitzen wird sie schwarz, durch starkes Erhitzen wird sie in Cr_2O_3 verwandelt. 926

Die CrO_3 giebt mit großer Leichtigkeit einen Theil ihres O an andere Körper ab, wodurch diese oft sich entzünden. 927

Werden einige Tropfen absoluten Alkohols auf CrO_3 geträufelt, so verwandelt sie sich in Cr_2O_3, wobei sich der Alkohol entzündet. Die Entzündung geschieht sicherer, wenn man ein Glas mit Alkohol ausspült und etwas CrO_3 hineinwirft. Die Entzündung erfolgt augenblicklich und man erhält Cr_2O_3, indem die CrO_3 die Hälfte ihres O an den Alkohol giebt und ihn zu Essigsäure oxydirt, die sich leicht durch den Geruch zu erkennen giebt. Reibt man CrO_3 mit dem vierten Theil Kampfer zusammen und läßt einige Tropfen Alkohol darauf fallen, so entzündet sich das Gemenge, und die CrO_3 desoxydirt sich zu Cr_2O_3, das sich höchst fein zertheilt zeigt.

Mit Schwefelsäure erhitzt entwickelt sie O und es entsteht Cr_2O_3, das sich mit der Schwefelsäure verbindet (s. beim O). HCl wird durch CrO_3 zerlegt, wobei Cl sich entwickelt und grünes Chromchlorid sich bildet.

d. Ueberchromsäure, wahrscheinlich Cr_2O_7.

Man erhält sie als blaue, sehr unbeständige Lösung, wenn man die CrO_3 mit Wasserstoffsuperoxyd behandelt. 928

Verbindungen mit S.

Schwefelchrom, Cr_2S_3.

Es entsteht, wenn man über glühendes Cr_2O_3 den Dampf von Schwefelkohlenstoff leitet, in schwarzen Blättchen; ebenso beim Ueberleiten von HS über weißglühendes Cr_2O_3. Schwefelammon bewirkt in den Lösungen der Oxydsalze nur einen Niederschlag von Chromoxydhydrat. 929

Verbindungen mit den Halogenen.

Chromchlorür, CrCl.

Es entsteht, wenn man trocknes H über glühendes wasserfreies Chromchlorid leitet als weiße Masse, die mit Wasser eine blaue Lösung giebt, welche rasch O absorbirt, und, sich höher oxydirend, grün wird; es ist dann ein Oxychlorür entstanden. Die Lösung absorbirt reichlich Stickoxydgas. 930

Chromchlorid, Cr_2Cl_3.

Löst man frisch gefälltes Chromoxydhydrat in HCl und dampft ab, so erhält man eine grüne, nicht krystallisirte Masse, $Cr_2Cl_3 + 9HO$; wird diese Lösung in einem Strome von trocknem Chlorgase oder trocknem Salzsäuregase 931

erhitzt (bis 250° C.), so bleibt pfirsichblüthrothes Chlorid in weichen Schuppen, die an der Luft zu einer grünen Flüssigkeit zerfließen; in der Glühhitze sublimirt es und löst sich dann nur sehr schwierig in Wasser; noch mehr erhitzt, bleibt Cr_2O_3. Das wasserfreie Cr_2Cl_3 wird erhalten, wenn man ein Gemenge von Kohle und Cr_2O_3 in einem Porzellanrohr erhitzt und trocknes Cl durchleitet. Es setzt sich in schönen violettrothen Blättchen ab.

Chromsaures Chromsuperchlorid, Chlorochromsäure, $2\,CrO_3 + Cr_2Cl_3$.

932 In einem Thontiegel schmilzt man 10 Thle. Kochsalz und 12 Thle. $KO, 2\,CrO_3$ zusammen, gießt aus und zerschlägt die Masse in große Stücke, die man in eine tubulirte Retorte bringt und mit 30 Thln. concentrirter Schwefelsäure (durch den Tubulus) übergießt, nachdem man eine Vorlage, mit Schnee oder Eis umgeben, vorgelegt hat. Die stürmische Zersetzung, wobei starke Erwärmung eintritt, geht rasch vor sich, und in der Vorlage condensirt sich eine blutrothe Flüssigkeit, die Chlorochromsäure, die bei 118° C. siedet. Wird der Dampf durch eine glühende Glasröhre geleitet, so setzt sich Cr_2O_3 in kleinen glänzenden Krystallen ab, die dunkelgrün, fast schwarz sind (siehe beim Chromoxyd.

933 Werden einige Tropfen dieser Flüssigkeit in Wasser geträufelt, so erfolgt bald Erhitzung und Aufstoßen von HCl in dicken Blasen, indem sich Cr_2O_3 bildet. Ein Tropfen auf Schwefelblumen oder auf P geträufelt, entzündet dieselben mit Verpuffung; ebenso Alkohol und Terpentinöl.

Sauerstoffsalze der Chromoxyde.

934 Sie treten in einer grünen und in einer violetten Modification auf. Die Chromoxydulsalze sind sehr unbeständig, und gehen bald in Oxydsalze über.

a. Schwefelsaures Chromoxyd, $Cr_2O_3, 3\,SO_3$ + Wasser.

935 Werden 8 Thle. bei 100° C. getrocknetes Chromoxydhydrat (das Trocknen kann in einer Porzellanschale geschehen, die über kochendem Wasser steht) in 9 Thln. concentrirter Schwefelsäure gelöst, so entsteht eine grüne Lösung von schwefelsaurem Chromoxyd, die nicht krystallisirt. Läßt man sie längere Zeit stehen, so zieht sie Wasser an und bildet eine violette Flüssigkeit, die zu einer krystallinischen Masse erstarrt; sie löst sich in Wasser mit blaurother Farbe, Alkohol fällt daraus violettes Krystallmehl. Wird die Lösung nur mit so viel Alkohol versetzt, daß eben die Fällung eintritt, dann das Gefäß, worin die Flüssigkeit ist, mit einer Blase überbunden und hingestellt, so krystallisirt ein Salz heraus in schön blauen Octaëdern, $Cr_2O_3, 3\,SO_3 + 15\,HO$. Dies Salz erhält man rascher, wenn man 5 Thle. Chromoxydhydrat in 12½ Thln. concentrirter Salpetersäure löst, 12½ Thle. Wasser zusetzt und eine Viertelstunde lang kocht; die rothe Lösung wird mit einem Gemisch von 7½ Thln. concentrirter Schwefelsäure und 15 Thln. Wasser verdünnt und mit 120 Thln. Alkohol geschüttelt, worauf das violette Salz ausgeschieden wird. Wird eine Lö-

sung von Chromoxydhydrat in überschüssiger Schwefelsäure stark abgedampft, so setzt sich ein pfirsichblüthrothes Pulver ab, wasserfreies schwefelsaures Chromoxyd. Ist hingegen die Lösung mit Chromoxydhydrat gesättigt, so bekommt man durch Abdampfen eine grüne Masse, die in Wasser gelöst und gekocht ein hellgrünes Pulver absetzt, $2\,Cr_2O_3, 2\,SO_3 + 12\,HO$.

b. Schwefelsaures Chromoxydkali, Chromalaun:

$$KO, SO_3 + Cr_2O_3, 3\,SO_3 + 24\,HO.$$

Zu einer Lösung von 3 Thln. $KO, 2\,CrO_3$ in 12 Thln. Wasser setzt 936
man 4 Thle. concentrirter Schwefelsäure; in das erkaltete Gemisch giebt man nach und nach Alkohol, indem man das dasselbe enthaltende Gefäß mit Schnee oder recht kaltem Wasser umgiebt, so lange sich noch Dämpfe (besonders Aether) unter Aufbrausen entwickeln. Nach 24 Stunden nimmt man den gebildeten graublauen körnigen Niederschlag aufs Filter, und gießt so lange Wasser auf, bis das Salz rein violett erscheint; dann löst man in Wasser von etwa 30° C. Wärme und läßt an einem kühlen Orte krystallisiren. Man erhält so große, dunkelpurpurrothe Octaëder, die in 6 Thln. Wasser und nicht in Alkohol sich lösen; dies Salz ist Chromalaun, eine Doppelverbindung zwischen schwefelsaurem Kali und schwefelsaurem Chromoxyd. Die Lösung wird grün, wenn man sie bis auf 75° C. erhitzt, und krystallisirt dann nicht mehr. Wird Chromalaun geglüht, so erhält man ein hellgrünes Doppelsalz, woraus kochendes Wasser das schwefelsaure Kali löst und schwefelsaures Chromoxyd hinterläßt.

Wie hier mit dem Kali, kann das schwefelsaure Chromoxyd auch mit Natron und Ammoniak sich verbinden; diese Doppelsalze sind in ihrer Zusammensetzung ganz analog den Alaunen, welche wir bei der Thonerde kennen gelernt haben.

Sauerstoffsalze der Chromsäure.

Chromsaures Kali.

Man gewinnt das chromsaure Kali aus dem Chromeisensteine, einer in 937
der Natur meist derb vorkommenden Verbindung von Eisenoxydul, Chromoxyd und Thon, von schwarzer Farbe. Das Erz wird gepulvert und durch Schlemmen von Quarz und Thon gereinigt; dann mit Pottasche und gewöhnlich etwas Salpeter in Tiegeln im Flammofen unter beständigem Umrühren erhitzt und die geschmolzene Masse mit Wasser ausgekocht, wobei sich Fe_2O_3 absetzt und die Lauge sich gelb färbt; sie enthält noch SiO_3 und Al_2O_3, die durch Salpetersäure oder Essig (Holzessig) niedergeschlagen werden. Die abgedampfte Lauge liefert gelbes neutrales chromsaures Kali in Krystallen. Will man das rothe doppelt chromsaure Kali darstellen, so wird die concentrirte Lauge mit Schwefelsäure oder Salpetersäure sauer gemacht, worauf sich ein körniger Niederschlag bildet, der umkrystallisirt das saure chromsaure Kali liefert.

a. Neutrales chromsaures Kali, einfach-chromsaures Kali: KO, CrO_3.

938 Zu einer Lösung von doppelt chromsaurem Kali setzt man KO, CO_2, bis es geröthetes (und gewaschenes) Lackmuspapier schwach bläut und die rothe Flüssigkeit gelb geworden ist, worauf sie abgedampft citrongelbe Krystalle, doppelt sechsseitige Pyramiden, liefert von KO, CrO_3.

939 Es löst sich in 2 Thln. Wasser. Auch in der strengsten Hitze zerlegt es sich für sich nicht, wohl aber, wenn es mit S oder Salmiak geglüht wird, wodurch es Cr_2O_3 giebt.

940 Wird in eine Lösung von KO, CrO_3 salpetersaures Quecksilberoxydul (siehe Cr_2O_3) in Lösung eingegossen, so entsteht ein ziegelrother Niederschlag von chromsaurem Quecksilberoxydul, Hg_2O, CrO_3, der ausgewaschen wird. In essigsaurem oder salpetersaurem Bleioxyd in Lösung entsteht ein gelber Niederschlag von chromsaurem Bleioxyd, PbO, CrO_3, je nach dem Sättigungspunkte des chromsauren Salzes von tieferer oder hellerer gelber Farbe. Wird Wismuth (ein röthlich weißes, sprödes Metall, das in der Apotheke zu haben ist) in kalter Salpetersäure gelöst und in die Lösung (salpetersaures Wismuthoxyd) KO, CrO_3 in Lösung gegeben, so fällt ein citrongelbes Pulver zu Boden. In einer Lösung von Zinkvitriol bringt die Lösung von KO, CrO_3 einen hochgelben Niederschlag hervor; in einer heißen Lösung von Kupfervitriol erzeugt eine heiße Auflösung von KO, CrO_3 einen rothbraunen Niederschlag.

Diese Eigenschaft, durch ihre Farben ausgezeichnete Niederschläge in Metallsalzen hervorzubringen, macht das KO, CrO_3 zu einem brauchbaren Reagenz in der Chemie.

b. Saures chromsaures Kali, doppelt chromsaures Kali: $KO, 2CrO_3$.

941 Es kommt im Handel in schön rothen Krystallen vor, die in 10 Thln. kaltem und viel weniger kochendem Wasser löslich sind. Es zersetzt sich in großer Hitze unter Abgabe von O in KO, CrO_3 und Cr_2O_3.

942 Wird Fließpapier (oder ein Gewebe) in die Lösung von diesem Salze gelegt, getrocknet und angezündet, so verglimmt es, als wenn es mit Salpeter getränkt wäre; eine Wirkung der sich zersetzenden CrO_3.

943 Wie im neutralen Salze erzeugt in seiner Lösung Bleizucker einen gelben Niederschlag, der ausgewaschen und getrocknet das sogenannte Chromgelb darstellt, als gelbe Anstrichfarbe vielfach gebraucht; es erzeugt mit Berlinerblau grüne Farben. Wird das Chromgelb mit verdünnter Kalilauge gekocht, so färbt es sich roth und ist unter dem Namen Chromorange bekannt. Trägt man in schmelzenden Salpeter (etwa im Tiegel) Chromgelb nach und nach ein, entfernt vom Feuer, bevor aller Salpeter zersetzt ist, gießt von dem basischen Bleisalz am Boden, ab und laugt dieses rasch aus, so erhält man ein schön rothes Pulver, fast so schön wie Zinnober.

Legt man einen weißen baumwollenen Lappen in Bleizuckerlösung, läßt 944
ihn einige Zeit darin, trocknet ihn dann und taucht ihn in eine Lösung von $KO, 2\,CrO_3$, so wird er gelb gefärbt, indem das Chromgelb in der Faser selbst entsteht. Taucht man ihn dann in kochende Kalkmilch, so wird er orangefarbig, indem in der Faser Chromorange entsteht. Dies Verhalten bewirkt es, daß das chromsaure Kali so vielfach Verwendung findet in der Färberei und Druckerei; Chromorange wird ebenfalls als Anstrichfarbe gebraucht; auch in der Oelmalerei.

Aetzkali und Aetznatron fällen aus den Salzen des Chromoxyds Hy- 945
drat von blaugrüner Farbe, das sich im Ueberschuß des Fällungsmittels mit grüner Farbe löst; beim Kochen fällt wieder Hydrat nieder. Aetzammoniak fällt auch Hydrat, das sich im Ueberschuß des Ammoniaks mit rother Farbe löst. Kohlensaure Alkalien fällen graublau. HS fällt nicht, Schwefelammon fällt Hydrat. Borax liefert mit Chromoxydsalzen eine grüne Perle; ebenso Phosphorsalz. Die chromsauren Salze sind roth oder gelb. Chlorbarium erzeugt darin einen gelblich weißen Niederschlag von BaO, CrO_3. Salpetersaures Silberoxyd erzeugt einen purpurfarbenen Niederschlag, essigsaures Bleioxyd einen gelben Niederschlag von chromsaurem Bleioxyd, der mit Aetzkalilauge gekocht roth wird.

Fragen und Aufgaben zu schriftlicher Ausarbeitung.

a. Cr_2O_3 kann erhalten werden nach Nr. 921 aus $KO, 2\,CrO_3$ und S; es soll die betreffende Formel angegeben werden! — b. Die Lösung von Chromchlorür absorbirt viel NO_2; welches Salz zeigte dasselbe Verhalten? — c. Wird Chlorochromsäure in Wasser geträufelt, so entwickelt sich HCl und es entsteht Cr_2O_3; dieser Vorgang ist durch ein Schema zu erläutern! — d. Wodurch zeichnet sich die CrO_3 aus? — e. Wie würde die Formel sein von schwefelsaurem Chromoxyd-Ammoniumoxyd? —

XXIII. Kobalt, Cobaltum, Co

Die Kobalterze sind meistens Verbindungen des Kobalts mit Arsen und 946
Schwefel; so als Speißkobalt, Arsenkobalt, krystallisirt in grünweißen, spröden Würfeln, besonders bei Schneeberg und Annaberg in Sachsen sich findend; als Glanzkobalt, in röthlich weißen, spröden, schön ausgebildeten Krystallen, meist Würfeln, in Schweden und Norwegen. Den Namen soll das Metall von den Bergleuten erhalten haben, die in den silberweißen, glänzenden Erzen Silber vermutheten, und, sich betrogen sehend, von Erdgeistern, Kobolden, sich geneckt glaubten.

947 Durch Rösten und auf andere Weise läßt sich das Arsen und der Schwefel entfernen (durch Rösten, da Arsen ein Metall ist, das durch Hitze sich aus seinen Verbindungen austreiben läßt, wobei es an der Luft zu arseniger Säure verbrennt, dem weißen Arsenik, dem bekannten Gifte); man thut aber am besten, zur Darstellung des Metalls sich eines schon aufbereiteten und abgerösteten Kobalterzes zu bedienen, das unter dem Namen Zaffer, Safflor, Kobaltsafflor in den Handel gebracht, und von den Porzellan-, Fayence- und Glasfabriken gebraucht wird. In einem Tiegel werden 3 Thle. doppelt schwefelsaures Kali geschmolzen, und nach und nach 1 Thl. fein gepulverter bester Zaffer eingetragen; die dickliche Masse wird dann stärker erhitzt, bis alle freie Schwefelsäure verjagt ist. Die Masse wird mit eisernem Löffel herausgenommen, gepulvert und mit Wasser gekocht, bis das Ungelöste zu einer weißen Masse zerfallen ist; dann wird die rothe Lösung von schwefelsaurem Kobaltoxydul abfiltrirt. Sie ist nun frei von Arsen, Nickel und Eisen; von Kupfer, Wismuth und Antimon wird sie durch durchgeleiteten HS befreit. Dann wird sie mit etwas Chlorwasser versetzt und stark abgedampft, worauf man eine gesättigte Lösung von doppelt oxalsaurem Kali zusetzt und stehen läßt; es fällt oxalsaures Kobaltoxydul als rosenrothes Pulver zu Boden, und die darüber stehende Flüssigkeit wird farblos. Das oxalsaure Kobaltoxydul wird gut ausgewaschen, getrocknet und im bedeckten Platin- oder Porzellantiegel geglüht, worauf das metallische Kobalt als schwammige pulverige Masse zurückbleibt. Man kann diese Masse unter einer Decke von (bleifreiem) Glase im verklebten Tiegel, zu einem Regulus geschmolzen, im Gebläsefeuer erhalten.

948 Das Kobaltmetall hat eine röthlich weiße Stahlfarbe; es ist hart, wenig hämmerbar, magnetisch, vom specif. Gewicht = 8,5; es schmilzt in sehr starker Weißglühhitze. An der Luft ist es unveränderlich, abweichend vom Eisen, mit dem es große Aehnlichkeit hat; in der Glühhitze bedeckt es sich mit einer Oxydoxydulhaut. Von Salpetersäure wird es aufgelöst. Es zerlegt warmes, mit Schwefelsäure angesäuertes Wasser unter langsamer Entwickelung von H, wobei schwefelsaures Oxydulsalz entsteht.

Verbindungen mit O.

a. Kobaltoxydul, CoO.

949 Wird in die in Nr. 947 erwähnte Auflösung von schwefelsaurem Kobaltoxydul Kalilauge gegeben, so entsteht ein voluminöser blauer Niederschlag von basischem Kobaltoxydulhydrat; wird nun gekocht, so verwandelt sich der Niederschlag in ein rosenrothes Krystallpulver: CoO, HO. Wird dieser Niederschlag sorgfältig ausgewaschen und im verschlossenen Tiegel geglüht, so bleibt ein grünlich aschgraues Pulver von CoO. Es färbt die Boraxperle, überhaupt Glasflüsse, schön blau.

b. Kobaltoxyd, Co_2O_3.

950 Das in Nr. 947 erhaltene pulverförmige Kobaltmetall wird in Salpetersäure gelöst, zur Trockne abgedampft und geschmolzen; es entwickeln sich rothe

Dämpfe von NO_3 und es bleibt eine feste stahlgraue Masse von Co_2O_3. Es wird auch erhalten, wenn man feuchtes Kobaltoxydulhydrat mit unterchlorigsaurem Natron (Eau de Labarraque) digerirt, als braunschwarzes Pulver, Oxydhydrat, $Co_2O_3, 2HO$, das man noch schwach erhitzt; durch Glühen verwandelt es sich in Oxydoxydul, CoO, Co_2O_3.

Es löst sich in Essigsäure ohne Zersetzung, in stärkeren Säuren als Oxydulsalz. Es entsteht noch ein anderes Oxydoxydul, $Co_2O_3, 4CoO$, wenn man CoO an der Luft glüht, als schwarzes Pulver. 951

Die beiden Oxyde werden viel in der Porzellan- und Oelmalerei gebraucht.

Verbindungen mit S.

Schwefelkobalt.

Es wird als schwarzer Niederschlag, CoS, erhalten durch Fällung eines gelösten Kobaltoxydulsalzes mit Schwefelammon. Durch Fällung einer Lösung von essigsaurem Kobaltoxyd mit HS erhält man Co_2S_3, das in der Natur sich als Kobaltkies in stahlgrauen Krystallen findet. Durch Erhitzen von CoO mit 3 Thln. S erhält man ein schwarzes Pulver von CoS_2. 952

Verbindungen mit den Halogenen.

Kobaltchlorür, $CoCl$, und Kobaltchlorid, Co_2Cl_3.

Kobaltoxydulhydrat wird in verdünnter HCl gelöst, wodurch eine rosenrothe Auflösung von $CoCl$ entsteht, die bei vorsichtigem Abdampfen rosenrothe Krystalle liefert. 953

Wird weiter eingedampft, so wird die Lösung blau, endlich eine trockne lockere Masse von wasserfreiem Chlorür, die sublimirt bläuliche Krystallflitter liefert, die wieder Wasser anziehen und zu einer rothen Flüssigkeit zerfließen. Das Kobaltchlorid entsteht, wenn man Kobaltoxydhydrat mit HCl übergießt; die braune Lösung verwandelt sich aber gleich in Chlorürlösung.

Wird 1 Thl. Glanzkobalt in 3 Thln. Salpetersäure gelöst, mit 24 Thln. Wasser verdünnt, filtrirt und mit 1 Thl. Salmiak erhitzt, so entsteht ebenfalls unreines Kobaltchlorür. Schreibt man mit dieser Lösung oder mit der obigen Chlorürlösung auf Papier, so sind die Schriftzüge wegen der großen Verdünnung, obgleich röthlich, nicht sichtbar; wird aber das Papier erwärmt, so erscheint die Schrift blau oder grün, namentlich bei Anwendung des Glanzkobalts, da Eisen oder Nickel darin enthalten ist. Beim Abkühlen des Papiers verschwindet die Farbe wieder, da das Salz wieder Wasser anzieht (ohne Wasser blau, mit Wasser röthlich). Wird zu stark erhitzt, so erscheint die Farbe schwärzlich und verschwindet nicht mehr. Die Lösung des Kobaltchlorürs nennt man wohl sympathetische Dinte. 954

Sauerstoffsalze.

a. Schwefelsaures Kobaltoxydul, $CoO, SO_3 + 7HO$.

955 Wird Kobaltmetall oder Kobaltoxydulhydrat in verdünnter Schwefelsäure gelöst, so erhält man eine rothe Lösung von schwefelsaurem Kobaltoxydul, die beim Abdampfen rothe Krystalle liefert (siehe Nr. 947).

b. Salpetersaures Kobaltoxydul, $CoO, NO_5 + 6HO$.

956 Wird Kobaltmetall oder Kobaltoxydulhydrat in Salpetersäure gelöst, so erhält man eine rosenrothe Lösung von CoO, NO_5, die schwierig in rosenrothen, leicht zerfließlichen Säulen krystallisirt.

957 Wird Alaun vor dem Löthrohre im Platintiegel geschmolzen, dann mit CoO, SO_3 oder CoO, NO_5 benetzt und wieder geglüht, so färbt sich der Alaun schön blau; noch schöner blau färbt sich reine Thonerde. Man benutzt dies Verhalten der Kobaltoxydulsalze, Thon blau zu färben, zur Darstellung einer schönen blauen Farbe, des Leidener Blaus. Es wird nämlich eine Lösung von römischem Alaun mit CoO, SO_3 oder CoO, NO_5 versetzt und durch Pottasche, Kali, niedergeschlagen und der Niederschlag geglüht. Diese schöne, feuerbeständige Farbe ist meist durch den Ultramarin verdrängt worden.

958 Wird ein Stückchen Zink auf der Kohle durch die Löthrohrflamme erhitzt, so bedeckt sich bald die der Flamme abgewandte Seite der Kohle mit einem gelblichen, in der Kälte weißen Beschlage von Zinkoxyd, ZnO; wird dieser mit einigen Tropfen CoO, NO_5 in Lösung befeuchtet und wieder geglüht, so erscheint derselbe grün; noch schöner, wenn man etwas ZnO, das in der Apotheke zu haben ist, mit Kobaltlösung (der gewöhnliche Name der Lösung des salpetersauren Kobaltoxyduls) befeuchtet und glüht. Auf diese Art erzeugt man eine schöne grüne Farbe, das Rinmann'sche Grün, indem man ein Gemisch der Lösungen von schwefelsaurem Zinkoxyd und salpetersaurem oder schwefelsaurem Kobaltoxydul mit NaO, CO_2 fällt, den Niederschlag aussüßt und glüht.

959 Das Verhalten der Kobaltoxydulsalze zur Thonerde und zum Zinkoxyd hat das salpetersaure Kobaltoxydul zu einem geschätzten Reagenz auf Thonerde und Zink gemacht; auch auf Magnesia, welche schwach rosenroth, fleischfarben davon gefärbt wird.

c. Kohlensaures Kobaltoxydul.

960 Es entsteht als rosenrother Niederschlag, als eine Verbindung von kohlensaurem Kobaltoxydul und Kobaltoxydulhydrat:

$$2CoO, CO_2 + 3CoO, HO + HO,$$

durch Vermischen der Lösung eines Oxydulsalzes mit der Lösung eines kohlensauren Alkalis.

d. **Oxalsaures Kobaltoxydul**, CoO, C_2O_3.

Es entsteht als rosenrothes Pulver beim Vermischen der Lösungen von 961
CoO, SO_3 und von C_2O_3.

e. **Kieselsaures Kali-Kobaltoxydul, Smalte.**

Mit schmelzenden Alkalien bildet CoO schön blau gefärbte Gläser, die 962
gepulvert und gemahlen eine schöne Farbe darstellen, die Smalte, die besonders in Sachsen auf den sogenannten Blaufarbenwerken fabricirt wird. Das Kobalterz (meistens Speißkobalt und Glanzkobalt) wird in Calciniröfen sorgfältig geröstet, wobei die aus dem Arsenik sich bildende arsenige Säure (weißer Arsenik) in Zügen, **Giftfängen**, aufgefangen, condensirt wird. Das geröstete und gemahlene Erz wird dann mit Sand und reinem KO, CO_2 gemengt in Glashäfen (in Glasöfen) geschmolzen, auf deren Boden sich gewöhnlich ein Metallkuchen, die **Speise**, ansammelt, bestehend hauptsächlich aus Arsenik und Nickel, der zur Darstellung der Nickelverbindungen benutzt wird. Das blaue Glas wird mit eisernen Löffeln ausgeschöpft und in Wasser gegossen, wodurch es rissig wird, dann gepocht und endlich in den Farbmühlen fein gemahlen, worauf das an Kobalt reichere Glas (**Farbe**) von dem an Kobalt ärmern (**Eschel**) durch Schlämmen getrennt wird. Die Smalte wird in den besten Sorten als Maler- und Schmelzfarbe gebraucht, auch um dem Papier und der Wäsche einen bläulichen Ton zu geben.

Die Kobaltoxydulsalze sind im wasserfreien Zustande meist blau, im wasser- 963
haltigen roth. HS schlägt nur die Salze mit schwachen Säuren nieder (wie die Eisenoxydulsalze); **Schwefelammon** fällt schwarzes CoS. **Aetzende Alkalien** fällen blaue Niederschläge, die beim Kochen röthlich werden. **Kohlensaure Alkalien** fällen rothe Niederschläge. **Cyankalium** erzeugt einen gelblichen Niederschlag von Kobaltcyanür. **Ferrocyankalium** fällt hellgrün (Kobalt-Eisencyanür), **Ferridcyankalium** braunroth (Kobalt-Eisencyanid). **Oxalsäure** und **Kleesalz** fällen rosenrothes CoO, C_2O_3. Die **Boraxperle** wird prächtig blau gefärbt von wenig CoO, schwarz durch viel CoO.

XXIV. Nickel, Niccolum, Ni.

Das Nickel, ein Metall, das seltener vorkommt, findet sich besonders im 964
Kupfernickel, einer Verbindung von Nickel und Arsenik von kupferrother Farbe, die ihm auch den Namen zugezogen hat, als die Bergleute vergebens aus diesem Erze Kupfer zu gewinnen versuchten und es mit dem Schimpfnamen Kupfernickel belegten, der dann aufs Metall selbst überging. Nickel findet sich noch im **Nickelglanz** (Nickelarsenikkies). Vorzüglich wird Ni aus der

Kobaltspeise (siehe Nr. 962) abgeschieden, die bei der Smaltebereitung auf dem Boden der Tiegel sich geschmolzen findet. Am besten gewinnt man es aus (dem Kupfernickel oder) der Speise, indem man das feingepulverte Metall mit 2 Thln. KO, NO_5 und 1 Thl. KO, CO_2 in einen rothglühenden Tiegel trägt und schmilzt, dies auch noch einige Zeit fortsetzt; das Arsenik verbindet sich mit dem Kali und kann ausgewaschen werden, worauf arsenfreies Nickeloxyd bleibt, als schwarzes Pulver. Dies wird in HCl gelöst, und durch HS Kupfer und Wismuth entfernt; mit einer heißen Lösung von KO, CO_2 wird dann das Nickeloxydul als kohlensaures Nickeloxydul niedergeschlagen, zugleich mit CoO und Fe_2O_3; der ausgewaschene Satz wird mit Oxalsäurelösung behandelt, das gebildete und gelöste oxalsaure Eisenoxyd abfiltrirt, das oxalsaure Nickeloxydul und CoO, C_2O_3 in Aetzammoniak gelöst und stehen gelassen, worauf das Nickel als blaugrünes Nickeloxydulammoniak sich niederschlägt, während CoO, C_2O_3 mit rosenrother Farbe gelöst bleibt. Indem das Ammoniak verdunstet, bleibt grünes oxalsaures Nickeloxydul, das wie das CoO, C_2O_3 zu einem Regulus reducirt werden kann.

965 Das Ni ist silberweiß, stark glänzend, dehnbar, so daß es zu Blechen ausgewalzt und zu Draht gezogen werden kann. Sein specif. Gewicht ist = 8,3 bis 9,0. Es ist magnetisch. In HCl und SO_3, HO löst es sich ziemlich schwierig unter Entwickelung von H. In NO_5, HO löst es sich leicht.

966 Das Nickel macht einen Bestandtheil einer jetzt sehr in Gebrauch gekommenen Legirung zwischen Kupfer und Zink aus, dem Argentan oder Neusilber, worin es zu etwa 20 Proc. enthalten ist, mit 50 Proc. Cu und 30 Proc. Zn. Es wird zu Pferdegeschirren, Sporen u. dgl. in den schlechteren Sorten gebraucht, in den besseren zu Tischgeräthen, Löffeln, Messergriffen rc. Argentan ist härter als Messing, sehr dehnbar, nimmt eine schöne Politur an und ist im Ganzen der Gesundheit im Gebrauch nicht nachtheilig. Das dazu anzuwendende Nickel wird meist aus dem Nickeloxydul gewonnen, das in porösen Thontiegeln bei Steinkohlenfeuer reducirt wird, sowie in den Gasen des Flammfeuers.

967 Hat man keine Gelegenheit, sich Nickelmetall aus den Neusilberfabriken zu verschaffen, so kann man es zur Darstellung der Nickelpräparate auf folgende Art aus dem Neusilber gewinnen:

Ein Stück Argentan wird in Salpetersäure oder Königswasser gelöst und HS durchgeleitet, bis alles Cu als CuS gefällt ist; aus der abfiltrirten schmutzig grünen Flüssigkeit wird durch Kochen das HS verjagt und der siedenden Flüssigkeit KO, CO_2 zugesetzt, wodurch Nickeloxydul mit kohlensaurem Zinkoxyd niederfällt; der Niederschlag wird ausgesüßt und in scharfem Weinessig gelöst, aus welcher Lösung durchgeleitetes HS Schwefelzink niederschlägt, während essigsaures Nickeloxydul in schön grüner Farbe gelöst bleibt, woraus Aetzkali das Nickeloxydulhydrat grün niederschlägt.

Verbindungen mit O.

a. **Nickeloxydul**, NiO.

Wird die Lösung eines Nickeloxydulsalzes, z. B. des oxalsauren oder essig- 968
sauren Nickeloxyduls, mit Aetzkali- oder Aetznatronlösung versetzt, so schlägt sich grünes **Nickeloxydulhydrat**, NiO, HO, nieder, das im bedeckten Tiegel geglüht ein dunkelaschgraues, grünliches Pulver hinterläßt, NiO. Es löst sich leicht in Säuren, und wird leicht zwischen Kohlen in porösen Gefäßen, die dem CO des Ofenfeuers Zugang gestatten, zur schwammigen Metallmasse, Nickelschwamm, reducirt.

b. **Nickeloxyd**, Ni_2O_3.

Wird durch in Wasser suspendirtes NiO, HO Chlor geleitet, so schlägt 969
sich als schwarzer Niederschlag das Ni_2O_3 nieder. Es verbindet sich nicht mit Säuren, gleicht in seinem Verhalten überhaupt einem Superoxyde.

Verbindungen mit S.

Schwefelammon fällt aus den Salzen des NiO braunschwarzes Schwefel- 970
nickel, NiS. Auch zu erhalten durch Zusammenschmelzen von Ni und S, ebenso durch Schmelzen von NiO mit Schwefelnatrium als bronzefarbenen Metallkuchen.

Verbindungen mit den Halogenen.

Nickelchlorür, NiCl.

Es entsteht als blaßgoldgelbe Masse, wenn man Nickelschwamm in trock- 971
nem Cl erhitzt. Wird das Metall oder NiO in HCl gelöst, so erhält man NiCl in grünen Krystallen, die unter Wasserverlust beim Erhitzen gelb werden. Schreibt man auf Papier mit einer Lösung von NiCl, so wird die Schrift beim Erwärmen gelb; grün, wenn etwas CoCl zugegen ist. Beim Erkalten verschwinden die Schriftzüge wieder.

Sauerstoffsalze.

a. **Schwefelsaures Nickeloxydul**, NiO, SO_3 + 7HO.

Es wird erhalten durch Auflösung des NiO, HO in Schwefelsäure in 972
smaragdgrünen, oft großen Krystallen. Wird der Lösung Aetzammoniak zugesetzt, so färbt sie sich dunkelblau, indem **schwefelsaures Nickeloxydulammoniak** entsteht; wird Weingeist zugesetzt, so fällt dies Doppelsalz in blauem Krystallpulver nieder. Setzt man zu der ammoniakalischen Flüssigkeit Weingeist, bis die Ausscheidung des Salzes erfolgt, gießt dann Weingeist auf und läßt stehen, so bilden sich schöne blaue Krystalle dieser Verbindung.

b. Salpetersaures Nickeloxydul, $NiO, NO_5 + 6HO$.

973 Es wird erhalten durch Lösung des NiO, HO in NO_5, HO in smaragdgrünen Säulen. Die concentrirte Lösung in Aetzammoniak giebt große blaue Octaëder von salpetersaurem Nickeloxydulammoniak.

c. Oxalsaures Nickeloxydul, NiO, C_2O_3.

974 Aus einer Mischung der Lösungen von Oxalsäure und von schwefelsaurem Nickeloxydul setzt sich nach einiger Zeit das NiO, C_2O_3 als hellgrünes Krystallpulver ab.

---

975 Die Nickeloxydulsalze sind im wasserhaltigen Zustande meist schön grün, im wasserfreien gelb. Aetzende Alkalien fällen grünes Oxydulhydrat, das von kohlensaurem Ammoniak gelöst wird, und daraus wieder durch KO apfelgrün niederschlägt. Aetzammoniak löst zur blauen Flüssigkeit. Kohlensaure Alkalien fällen kohlensaures Nickeloxydul mit Nickeloxydulhydrat. Oxalsäure und Kleesalz fällen grünes oxalsaures Nickeloxydul. Ferrocyankalium fällt hellgrünes, Cyankalium fällt gelbgrünes Cyannickel. HS fällt die Salze mit stärkerer Säure nicht. Schwefelammon fällt schwarzes NiS. Die Boraxperle mit Nickeloxydulverbindungen ist heiß violett, kalt rothbraun in der äußern, trübe und grau in der innern Flamme.

Fragen und Aufgaben zu schriftlicher Ausarbeitung.

a. Vergleichung der fast immer zusammen vorkommenden Metalle Kobalt und Nickel. — b. Wie wird Co in der Technik verwandt, und wie Nickel? — c. Wodurch wird CoO, NO_5 in Lösung zu einem Reagenz in der Chemie? — d. Welche Reaction giebt wohl am raschesten und untrüglichsten Kobaltverbindungen zu erkennen? — e. Welche Nickelverbindung giebt eine sympathetische Dinte ab?

XXV. Zink, Zincum, Zn.

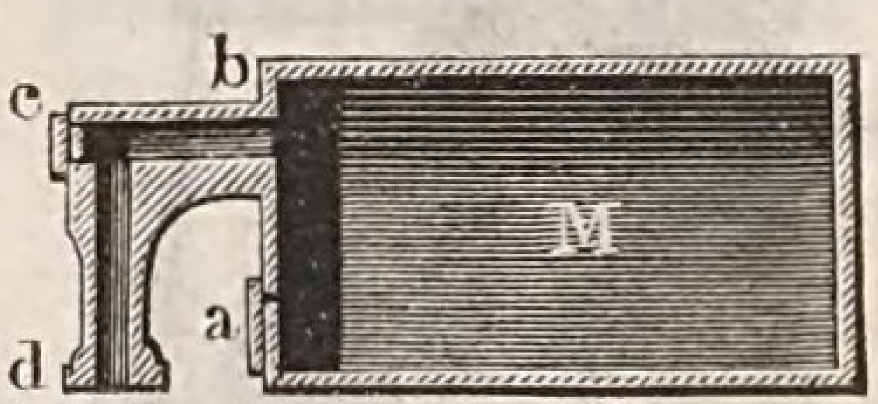
976 Das meiste Zink wird aus dem Galmei gewonnen, der meist ein Gemenge aus kohlensaurem Zinkoxyd und kieselsaurem Zinkoxyd ist. Das in der Natur für sich vorkommende kohlensaure Zinkoxyd heißt auch edler Galmei, Zinkspath; das kieselsaure wasserhaltige Zinkoxyd heißt Kieselzinkerz. Der gewöhnliche Galmei findet sich oft krystallisirt, meist aber in kugeligen, zelligen Massen von grüner, gelber, brauner Farbe auf Gängen im ältern Gebirge, auch im Flötzgebirge; in Schlesien, am Rhein, in Oesterreich, Frankreich, England, Sibirien.

Das Erz wird calcinirt, gewöhnlich auf einem Heerde, über den die heiße 977
Luft des Zinkofens streicht, zur Vertreibung des Hydratwassers und der Kohlensäure; oft auch im konischen Schachtofen, dem Kalkofen ähnlich, in den zwei Seitenöfen durch Oeffnungen die erforderliche Hitze senden, und aus dessen unterer Oeffnung das geröstete Erz ausgezogen wird, während man neues Erz oben nachfüllt; die Calcination ist hier also eine continuirliche. Das calcinirte Erz wird meist gemahlen und nun in Oefen durch Kohlen reducirt, entweder in verschlossenen Muffeln, oder in thönernen Röhren, weil bei ungehindertem Zutritte der Luft das Zink im Augenblicke des Reducirens zu Zinkoxyd verbrennen würde (siehe O). Die Muffeln sind Thongefäße, geformt wie die Figuren 94 und 95 zeigen; sie sind 3 Fuß lang, $1^1/_2$ Fuß hoch; ein Röhrenansatz *b c d*

Fig. 94.



Fig. 95.



leitet das destillirende Zink in Tropfen in Wasser; durch die Oeffnung *c*, mit Thonplatte zu schließen, wird in den Raum *M* das zu reducirende Erz in erbsengroßen Stücken, gemengt mit verkohlten Steinkohlenstückchen, die durch den Rost der Feuerung in Wasser gefallen sind, mittelst kleiner Schaufeln eingetragen. Die Muffeln stehen in einem gewölbten Doppelofen, zu 5 bis 6 Stück auf Bänken zu beiden Seiten der langen, den Ofen durchsetzenden Feuerung; geheizt wird mit Steinkohlen, und umspielt und erhitzt die Flamme die Muffeln. In 24 Stunden ist die Arbeit vollendet, und die Muffeln werden zum zweiten Male beschickt; nach drei Destillationen wird durch *a* der Rückstand, eine grüne halbgeflossene Masse, ausgeräumt, das gewonnene Zink in mit Lehm ausgeschmierten eisernen Kesseln umgeschmolzen und in Formen gegossen.

Die Reduction in Röhren geschieht ebenfalls in Oefen, zu vier mit einander 978
verbunden, wie Fig. 96 und Fig. 97 (a. f. S.) zeigen. Die Oefen öffnen sich nach vorn, bei *a c*, in 7 bis 8 Fuß hohen Gewölben *A A*, die nach hinten durch eine schräg liegende Wand *b d* mit Vorsprüngen geschlossen sind. Auf diesen Vorsprüngen liegen die Röhren mit ihren geschlossenen Enden (siehe Fig. 97 *A* links), vorn auf Eisenplatten (Fig. 97 *A* rechts). Die Röhren, nach vorn geneigt liegend (Fig. 96 links), zu 42 in jedem Ofen in 8 Reihen übereinander, sind aus feuerfestem Thon gemacht, etwa 3 Fuß lang, 4 bis 5 Zoll im Lichten weit; jede Röhre trägt vorn eine konische Röhre von Gußeisen, auf welche ein noch engeres Blechrohr paßt, das nur eine Oeffnung von 1 Zoll Weite hat. *F* ist der Heerd; die Flamme geht durch Zuglöcher *o o*, umspielt die Röhren und entweicht durch die Füchse (Züge) *U U* in den Schornstein, der in vier Züge getheilt ist und durch vier Klappen *T* geschlossen wird. Das calcinirte feingemahlene Erz wird zu einem Theile mit einem halben Theile trockner gepulverter Steinkohle gemengt, mit etwas Wasser angefeuchtet in die Röhren gebracht, und dann gefeuert; bald entwickelt sich CO, an der Mündung mit blauer Flamme

brennend; wird sie weiß und glänzend und verbreitet einen weißen Rauch, ZnO, beginnt also die Reduction des Zinks, so werden die Vorstöße von Blech ange-

Fig. 96.

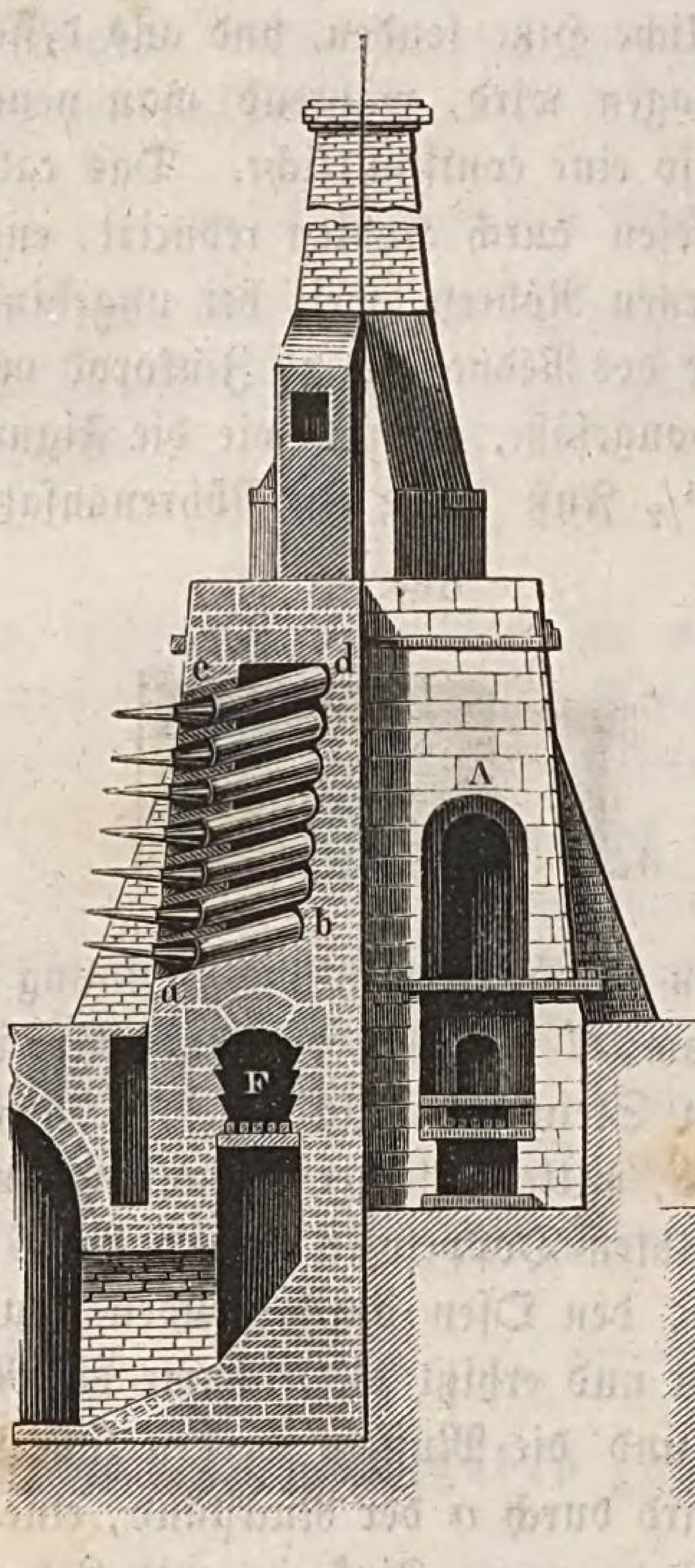
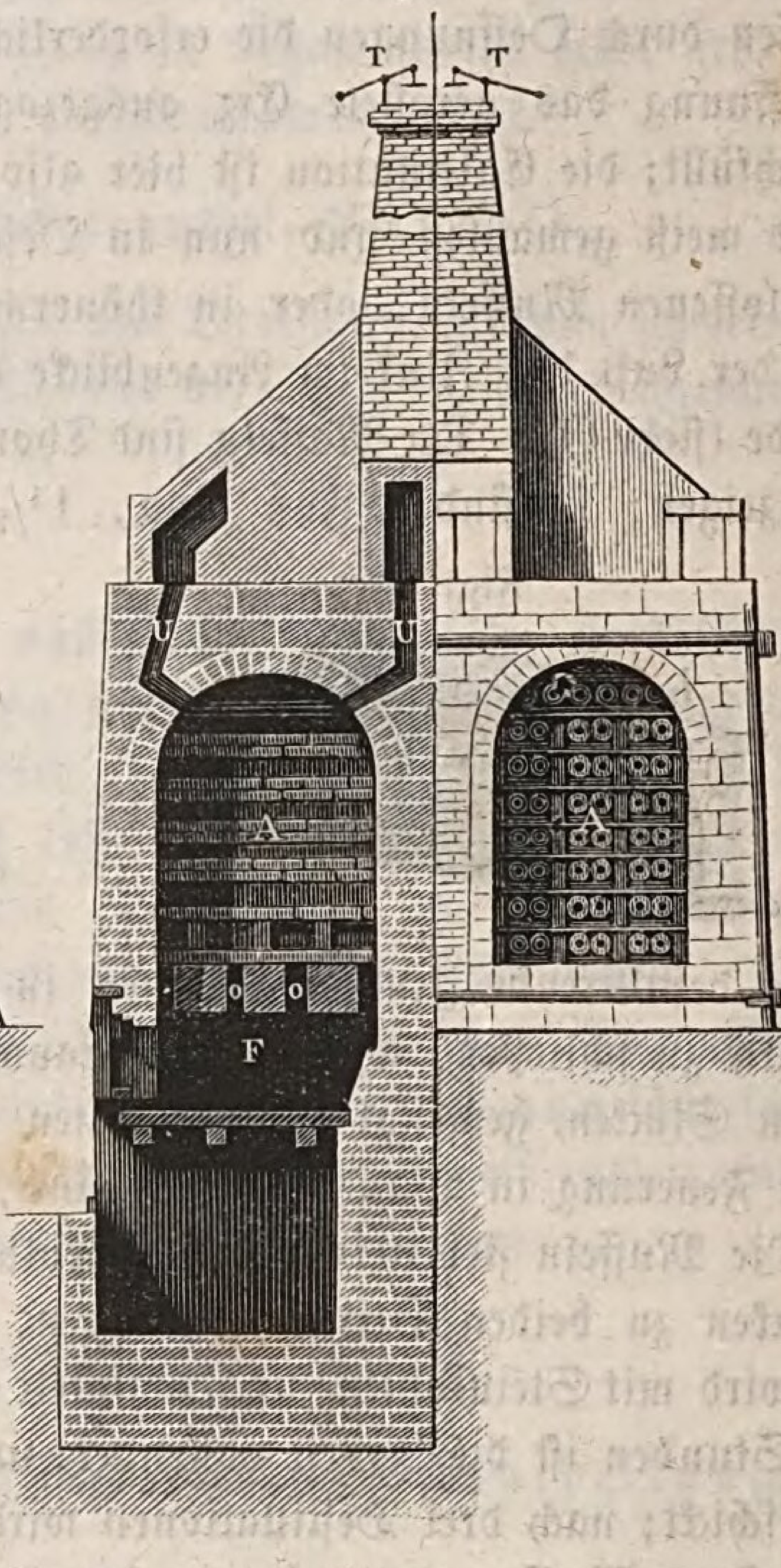
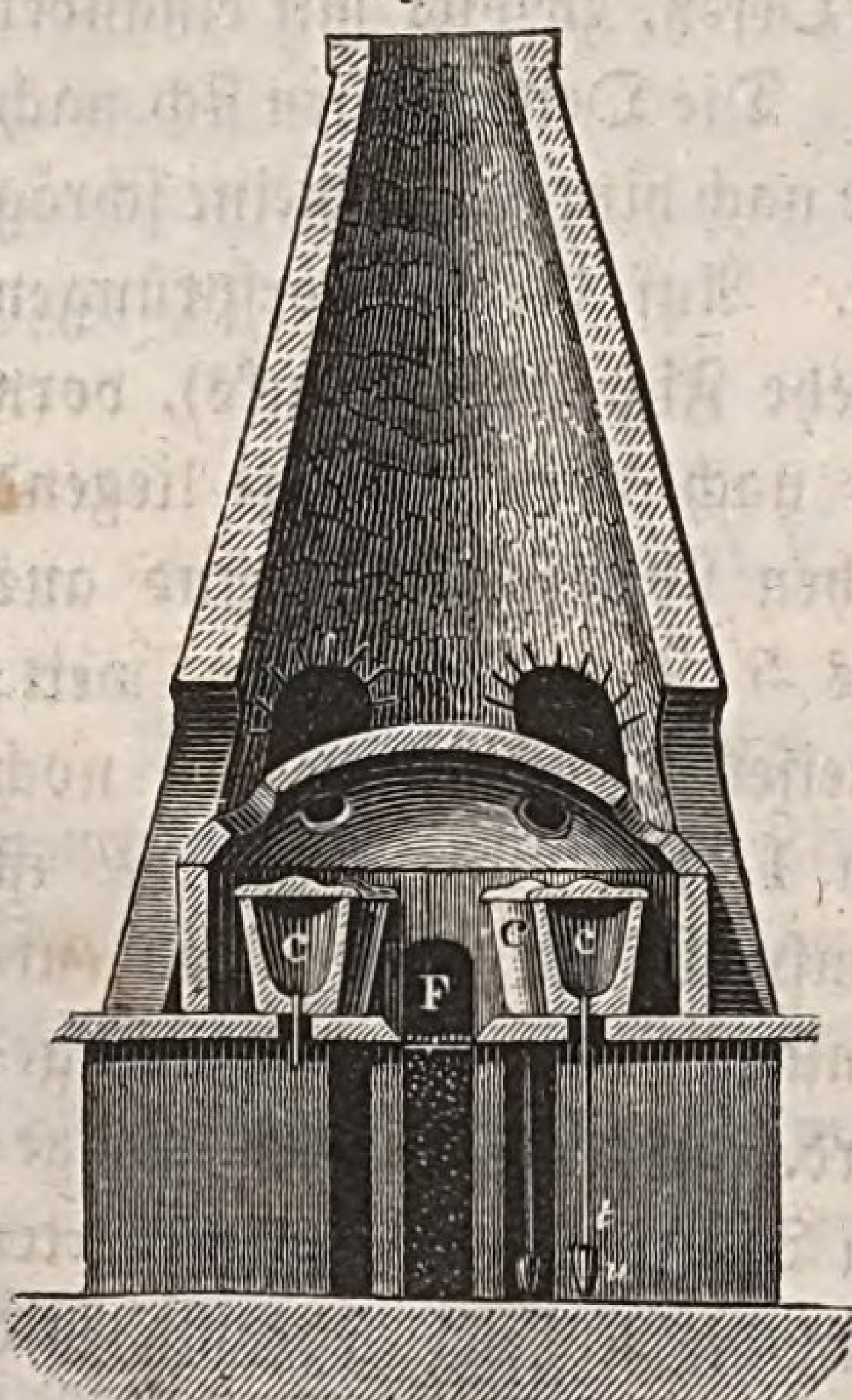


Fig. 97.



legt; nach zwei Stunden ist die Reduction vollendet, die Blechvorstöße werden abgenommen, der Inhalt (Zinkstaub und ZnO) entleert, und darauf auch der Inhalt der Röhren selbst ausgezogen, wobei sich das Zink geschmolzen im gußeisernen Vorstoß angesammelt findet; es wird meist zu rechteckigen Platten ausgegossen. Man gewinnt etwa 30 Proc. Zink aus dem calcinirten Erz.

Fig. 98.



979 In England reducirt man das Erz in Tiegeln *cc* mit sorgfältig aufgekittetem Deckel (Fig. 98); die Tiegel tragen ein den Boden durchdringendes eisernes Rohr *t*, das nicht ganz bis zum Deckel reicht; nachdem das Erz, mit Kohle gemengt, eingetragen ist, wobei das Rohr mit einem Holzstöpsel geschlossen ist, wird der Deckel aufgekittet. Die Tiegel stehen in einem Ofen, nach Art des Glasofens eingerichtet, auf Bänken, welche die

Röhren durchdringen. Das reducirte Zink, den verkohlten Stöpsel durchdringend, geht dampfförmig durch die Röhre und sammelt sich in Tropfen in einem untergestellten Blechbehälter *u*.

Aus der Zinkblende, Zn S, die in glänzenden Krystallen oder faserig derb, 980
von gelber, grüner, brauner Farbe in Lagern und Gängen sich findet (am Harz, in Sachsen, Frankreich, Schweden, Norwegen ꝛc.), wird im Ganzen wenig Zink ausgebracht; das Erz wird in Haufen geröstet, um den S zu entfernen, dann noch in Oefen, und zuletzt wie Galmey reducirt.

Fast reines Zn läßt sich aus dem käuflichen gewinnen, indem man es aus 981
einem Tiegel destillirt, so eingerichtet, wie in Nr. 979 beschrieben ist; die Destillation geschieht bei Hellrothglühhitze. Vollkommen reines Zn kann nur durch Reduction des Zinkoxyds mit Kohle gewonnen werden; von Arsenik läßt es sich reinigen, wenn man Zinkblech in kleinen Stücken mit $^1/_4$ Salpeter im Tiegel schmilzt.

Zink ist von weißer, etwas bläulicher Farbe, mit starkem Glanz, vom 982
specif. Gewicht = 6,8 bis 7,2. Als gegossenes Metall ist es auf dem Bruche blättrig und brüchig, weshalb es auch in gewöhnlicher Temperatur nicht hämmerbar ist; bei etwa 150° C. kann es ausgehämmert und gewalzt werden; bei 200° C. wird es wieder so spröde, daß es im warmen Mörser zerstoßen werden kann. Es löst sich in verdünnter Salzsäure und Schwefelsäure unter Entwickelung von H. Es schlägt die meisten Metalle aus ihren Lösungen nieder.

Zink wird zu mannigfachen Zwecken angewandt. Als Blech zum Dach- 983
decken, zur Anfertigung von Dachrinnen, Gasometern, Badewannen ꝛc.; wird auch zu Nägeln, Schnallen ꝛc. ausgeschmiedet; es ist um so anwendbarer zu diesem Zwecke, als die Oxydhaut, womit es sich bald bedeckt, nicht, wie beim Eisen, tiefer eindringt, im Gegentheil das darunter liegende Metall vor weiterer Oxydation schützt. Auch Draht, der bei 150° C. aus dem Zink gezogen wird, und der geglüht weich und sehr biegsam ist, wird vortheilhaft da angewandt, wo der Eisendraht durch Oxydation bald zerfressen würde. Vielfach benutzt man jetzt Zink zum Ueberziehen von eisernen Gegenständen, von Eisenblechen (galvanisirtes Eisen genannt). Die mit verdünnten Säuren gebeizten und gescheuerten Bleche werden in geschmolzenen Zink kurze Zeit eingetaucht, indem man die Oberfläche des Zinks da, wo die Platte eintaucht, mit Salmiak bestreut; die verzinkten Bleche werden mit Sand und Sägespänen gescheuert.

Mit etwas Kupfer, auch wohl Blei versetzt, wird es zum Gießen von Statuen, Kerzenleuchtern, Verzierungen ꝛc. gebraucht; die daraus gegossenen Gegenstände haben eine hellgraue Farbe, werden meist noch bronzirt oder versilbert. Mit Kupfer legirt, bildet Zn das Messing und die Bronze, mit Kupfer und Nickel das Neusilber, auch verschiedene Hartlothe.

Verbindungen mit O.

a. Zinkoxyd, ZnO.

984 Blankes Zink überzieht sich bald an der Luft, wie auch beim Schmelzen, mit einem grauen Häutchen, das man Suboxyd genannt hat. Abwechselnd der Einwirkung der Luft und des Wassers ausgesetzt, überzieht es sich mit weißer Haut, Zinkoxydhydrat, das CO_2 aus der Luft anzieht und zum Theil ZnO, CO_2 wird, da es mit Säuren braust. Erhitzt man ein Stückchen Zink vor dem Löthrohre auf Kohle, oder noch besser leitet man die durch O angeblasene Weingeistflamme (siehe O) darauf, so schmilzt es und verwandelt sich bald in weißes, lockeres Oxyd, aus dem von dem im Innern noch flüssigen Metall bläuliche Flammen hervorbrechen, brennender Zinkdampf, wobei ein Theil des Zinkoxyds sich verflüchtigt. Schmilzt man Zink in einem Eisenlöffel auf Kohle, entfernt vom geschmolzenen Metall die graue Oxydhaut, so entzündet sich das Metall bald und brennt mit bläulicher Flamme. Besser gelingt die Bildung von ZnO, wenn man in einen zum Weißglühen erhitzten, etwas schief im Ofen stehenden Tiegel nach und nach Zinkstücke wirft, die sich dann mit hell leuchtender Flamme entzünden, wobei ein Theil des ZnO als weißer Rauch fortgeht, ein anderer als gelblich weißer wolliger Körper (von den alten Chemikern Lana philosophica, philosophische Wolle, genannt) an die Tiegelwände sich anlegt und fortgenommen wird, um das Metall dem O wieder zugänglich zu machen; beim Erkalten wird die in der Hitze gelbe lockere Masse weiß, eine Eigenthümlichkeit des ZnO, in der Wärme gelb zu erscheinen, in der Kälte weiß. Die gewonnene Masse wird durch Schlemmen von den eingeschlossenen Metalltheilchen gereinigt.

Auf den Zinkhütten bildet sich durch Verbrennen des Metalls viel ZnO, das oft absichtlich dargestellt wird; es liefert nämlich eine gute weiße Anstrichfarbe, das Zinkweiß, das zwar nicht so gut deckt, wie das Bleiweiß, dagegen auch nicht durch HS angegriffen und geschwärzt wird.

985 Man löse Zinkblech in verdünnter Schwefelsäure auf, bis auch nach gelinder Erwärmung nichts mehr gelöst wird, aber noch Zink bleibt (wodurch Kupfer, Blei, Arsen gefällt werden, wenn sie sich mit gelöst haben). Dann wird zur Oxydation des schwefelsauren Eisenoxyduls und Manganoxyduls Chlor durch die filtrirte Flüssigkeit geleitet, bis sie nach Cl riecht; wird nun eine Lösung von NaO, CO_2 zugesetzt, bis der Niederschlag hell bräunlich erscheint und auch etwas Zinkoxyd sich niederschlägt, so findet sich alles Fe_2O_3 und Mn_2O_3 im Niederschlag, besonders wenn man durchrührt und etwas erwärmt. Von der durchfiltrirten Lösung träufelt man zu einer kochenden Lösung aus 1 Thle. NaO, CO_2 und 6 Thln. Wasser unter Umrühren, bis sie nur noch schwach alkalisch reagirt; der gebildete Niederschlag, kohlensaures Zinkoxyd + Zinkoxydhydrat, wird gut ausgesüßt, getrocknet und im Tiegel geglüht, wo er nun ein rein weißes Pulver bildet, reines Zinkoxyd.

Verbindung mit S.

Schwefelzink, Zinksulfuret, ZnS.

Es kommt natürlich als Zinkblende vor. Durch unmittelbare Vereini- 986
gung der beiden Bestandtheile kann es nicht erhalten werden, wohl aber durch Erhitzen von Zinkfeile mit Zinnober als gelbes Pulver. HS schlägt aus den Salzen der stärkeren Säuren kein Schwefelzink nieder, wohl aber aus den Salzen schwächerer Säuren, z. B. aus dem essigsauren Zinkoxyd, das man sich durch Lösen des kohlensauren Zinkoxyds (siehe Nr. 985 und Nr. 967) in Essigsäure darstellt. Schwefelammon schlägt aber ZnS nieder. Der Niederschlag ist weiß.

Verbindung mit den Halogenen.

Chlorzink, Zinkchlorür, ZnCl.

Werden Zinkspäne in einer Glasröhre bis zum Schmelzen erhitzt und 987
trocknes Cl darüber geleitet, so vereinigt sich Cl mit dem Zn unter Funkensprühen.

Wird geglühtes Kochsalz mit wasserfreiem schwefelsauren Zinkoxyd innig gemengt und aus einer Retorte destillirt, so condensirt sich in der Vorlage eine grauliche durchscheinende Masse von wasserfreiem ZnCl, die man früher Zinkbutter nannte, und die etwas über 100° C. schmilzt; sie zerfließt leicht. Zink mit HCl behandelt liefert eine wässrige Auflösung von ZnCl; will man sie rein haben, so wird verfahren wie in Nr. 985, oder man löst das dort gewonnene kohlensaure Zinkoxyd in reiner Salzsäure. Es kann nicht ohne theilweise Zersetzung abgedampft werden, indem bei Glühhitze wasserfreies ZnCl entweicht. Die Lösung, eingedampft, hält sich noch bei hoher Temperatur, 400° C., flüssig; deshalb bedient man sich derselben als Bad, um Substanzen in hoher bestimmter Temperatur zu erhalten. Es wird auch in der Kattundruckerei benutzt, sowie um Eisenbahnschwellen, in deren Poren die Lösung gepreßt wird, vor Zerstörung durch Feuchtigkeit 2c. zu schützen.

Wird in starker HCl 1 Thl. Zink gelöst und der Lösung 1 Thl. Sal- 988
miak zugesetzt, so erhält man Ammonium-Zinkchlorür, $ZnCl + NH_4Cl + HO$, das jetzt häufig zum Löthen und zum Verzinken der Metalle gebraucht wird, indem es die Oberfläche der Metalle in gelinder Wärme rasch von Oxyd reinigt, besser als Salmiak. Wird die Lösung (Löthwasser) auf Kupfer oder Eisen gebracht, so können darauf geschmolzenes Zinn, Blei, Zink leicht aufgerieben werden und einen festhaltenden Ueberzug bilden; so auch die Löthstellen, die man dann nur zu erhitzen und an einander zu pressen braucht. Abgedunstet giebt die Lösung helle, zerfließliche Krystalle.

Sauerstoffsalze.

a. Schwefelsaures Zinkoxyd, Zinkvitriol, $ZnO, SO_3 + 7 HO$.

989 Durch Auflösen von Zink in verdünnter Schwefelsäure, Abdampfen, erhält man bei langsamer Krystallisation große farblose Prismen, bei beschleunigter kleine Nadeln. Bei 100° C. erhitzt, verlieren die Krystalle 6 At. Wasser, das 1 At. Wasser geht erst bei höherer Temperatur fort. Die Reinigung siehe Nr. 985. Es wird fabrikmäßig aus der Blende gewonnen, die in Haufen geröstet und so in schwefelsaures Zinkoxyd verwandelt wird; man laugt dann aus und bringt zur Krystallisation. Es wird wohl noch in seinem Krystallwasser geschmolzen und in parallelepipedische Stücke geformt. Zinkvitriol wird in der Kattundruckerei gebraucht, auch dem Firniß zugesetzt, um ihn rascher trocknend zu machen; ist auch Arzneimittel.

b. Kohlensaures Zinkoxyd.

990 Es entsteht durch Fällung des Zinkvitriols mit KO, CO_2 oder NaO, CO_2 als basisches Salz: $2 ZnO, CO_2 + 3 ZnO, HO$, also kohlensaures Zinkoxyd und Zinkoxydhydrat, als weißer Niederschlag. Es dient zur Verdünnung mancher Farben. Es kommt natürlich vor als Galmey.

c. Kieselsaures Zinkoxyd, $2 ZnO, SiO_3 + 3 HO$.

991 Es kommt in der Natur vor als Kieselzinkerz, ein farbloses oder gelblich graues Mineral, das den Galmey begleitet.

---

992 Die Zinksalze sind meist farblos; sie schmecken herb metallisch und erregen Erbrechen (weshalb auch Zinkgefäße nicht zu Kochgeschirren brauchbar sind).

Die ätzenden Alkalien und Aetzammoniak fällen aus den Zinksalzen weißes gallertartiges Zinkoxydhydrat, löslich im Ueberschuß des Fällungsmittels. Kohlensaure Alkalien fällen basisches kohlensaures Zinkoxyd, ebenso kohlensaures Ammoniak, das den Niederschlag im Ueberschuß löst. HS fällt nur die Zinksalze mit schwächeren Säuren; Schwefelammon fällt weißes ZnS. Ferrocyankalium fällt weiß.

Wird Zink vor dem Löthrohr erhitzt, so beschlägt sich die Kohle mit weißem Beschlage, ZnO, der heiß gelb, sonst weiß ist; er färbt sich mit salpetersaurem Kobaltoxydul schön grün nach dem Glühen und Erkalten.

Fragen und Aufgaben zu schriftlicher Ausarbeitung.

a. Warum muß die Reduction der Zinkerze mit so großer Vorsicht geschehen? — b. Welches besondere Verhalten zeigt das Zink in der Wärme? —

c. Wozu wird Zinkoxyd gebraucht? — d. Die Bildung des wasserfreien ZnCl aus NaCl und ZnO, SO_3 soll durch ein Schema deutlich gemacht werden! — e. Welche Vorzüge hat das Zinkweiß als Anstrichfarbe vor dem Bleiweiß? — f. Welche Eigenschaft macht das Zink so brauchbar zu vielen technischen Zwecken, z. B. zu Dachrinnen? — g. Es soll durch ein Schema der chemische Vorgang beim Fällen des schwefelsauren Zinkoxyds durch NaO,CO_2 deutlich gemacht werden.

XXVI. Cadmium, Cadmium, Cd.

Das Cadmium ist ein fast beständiger Begleiter des Zinks in dessen Er- 993
zen. Da es flüchtiger ist als Zn, so findet es sich bei der Reduction des Zn aus dem Galmey in den zuerst übergehenden Antheilen (in den Blechbüchsen), woraus es häufig mit Kohle in thönernen Röhren durch mehrmalige Destillation gewonnen wird. Oft löst man auch das cadmiumhaltige Zink in Salzsäure und leitet HS durch; es schlägt sich dann gelbes Schwefelcadmium nieder; dies wird mit concentrirter HCl zersetzt, durch kohlensaures Ammoniak gefällt (als kohlensaures Cadmiumoxyd) und mit Kohle reducirt und destillirt.

Cadmium ist von zinnweißer Farbe und starkem Glanz, vom specif. Gewicht 994
= 8,6 bis 8,7. Es ist so geschmeidig, daß es zu dünnen Blättern gehämmert und zu sehr feinem Drahte ausgezogen werden kann. Es schmilzt leicht, schon unter der Rothglühhitze, und ist sehr flüchtig; erhitzt verbrennt es wie Zink mit leuchtender Flamme zu braunem Oxyd. In Salz- und Schwefelsäure löst es sich mit Entwickelung von H; am leichtesten in Salpetersäure.

Verbindungen mit O.

a. Cadmiumsuboxyd, Cd_2O.

Wird Cd in Salpetersäure gelöst und mit C_2O_3 gefällt, so erhält man 995
ein weißes Pulver von CdO, C_2O_3; dies in einer Retorte geglüht, liefert grünes Cd_2O, das an der Luft zu Oxyd verglimmt.

b. Cadmiumoxyd, CdO.

Es bildet sich durch Erhitzen des Metalls an der Luft, oder durch Lösung 996
des Metalls in Salpetersäure und Glühen des gewonnenen salpetersauren Cadmiumoxyds, als braunes Pulver. Aetzkali fällt aus den Cadmiumsalzen weißes gelatinöses Oxydhydrat.

Verbindung mit S.

Schwefelcadmium, CdS.

Durch HS wird aus den Cadmiumsalzen das CdS als schön gelbes Pul- 997
ver niedergeschlagen; es wird als Oel- und Wasserfarbe benutzt. In der Weißglühhitze schmilzt es und bildet erkaltet zarte Schuppen.

Verbindung mit den Halogenen.

Chlorcadmium, CdCl, Cadmiumchlorür.

998 Es wird als weiße Masse erhalten durch Erhitzen des Metalls in einem Strome von Cl. In HCl giebt das Metall oder CdO auch CdCl in Prismen krystallisirt; es sublimirt in glänzenden Schuppen.

Sauerstoffsalze.

999 Schwefelsaures Cadmiumoxyd wird erhalten durch Lösung des Metalls in verdünnter Schwefelsäure (bei Zusatz von etwas Salpetersäure) oder des CdO oder Hydrats in großen farblosen Krystallen, $CdO, SO_3 + 4 HO$.

Salpetersaures Cadmiumoxyd durch Lösung des Metalls in Salpetersäure in zerfließlichen Krystallen, $CdO, NO_5 + 4 HO$.

Kohlensaures Cadmiumoxyd durch Fällung einer Cadmiumsalzlösung mit einem kohlensauren Alkali als weißer Niederschlag, CdO, CO_2.

1000 Die Cadmiumsalze sind farblos (mit ungefärbten Säuren), schmecken herb zusammenziehend und erregen Erbrechen. HS und Schwefelammon fällen gelbes CdS. Aetzende Alkalien und Aetzammoniak fällen weißes Oxydhydrat, das sich im Ueberschuß des Fällungsmittels nur bei Ammoniak löst. Kohlensaure Alkalien fällen CdO, CO_2, unlöslich in kohlensaurem Ammoniak. Zink fällt metallisches Cadmium. Auf der Kohle vor dem Löthrohre entsteht ein brauner Beschlag von CdO.

XXVII. Zinn, Stannum, Sn.

1001 Zinn wird nur aus dem Zinnstein dargestellt (Zinnoxyd oder Zinnsäure), der in schwarzen oder braunen Krystallen von großer Härte vorkommt, mit einigen anderen Metallen, besonders Arsenik. Er findet sich im Granit, theils in Gängen, als Zinngraupen, theils eingesprengt in größeren Steinmassen, Zinnstein, theils im Sande von zerstörtem Gestein, Holzzinn. Der Zinnstein findet sich in Sachsen, Böhmen, England und Indien.

1002 Das Erz wird unter Stampfen gepocht und gewaschen, um die leichtere Bergart fortzuschaffen; der Rückstand, der Erzstaub, Schlich, wird in Flammöfen mit Giftfängen zur Condensation der Arsenikdämpfe geröstet, dann nochmals gepocht; durch Waschen werden die durch das Brennen oxydirten und gelockerten fremden Metalle (Cu, Fe) entfernt, und es bleibt ein Erz, das oft 50 Proc. Sn liefert. Die Reduction des Erzes geschieht durch Kohlen und Einblasen von Luft in niedrigen Schachtöfen, mit nach vorn abschüssigen Boden;

vor dem Ofen sind zwei Behälter angebracht, in deren ersten reducirtes Metall und Schlacke fließt, welche letztere von Zeit zu Zeit abgenommen wird; aus dem ersten Behälter wird das Metall in den zweiten gelassen, wo es mit grünen Holzstäben umgerührt wird; bei der Verkohlung des Holzes entwickeln sich Gase, welche die Unreinigkeiten emporreißen, auch etwas Oxyd reduciren; dann wird das Metall in steinernen Formen zu Blöcken und Barren ausgegossen. Die oberen Schichten des geschmolzenen Metalls geben das reinste Zinn, am Boden sammelt sich eine Legirung des Sn mit fremden Metallen. Oft wird noch das Metall durch Saigern raffinirt, indem man es auf der geneigten Sohle eines Ofens mit glühenden Kohlen erhitzt; das reine Zinn schmilzt zuerst und rinnt durch die Kohlen zur Abstrichöffnung, indem auf dem Heerde unreines Zinn, eine Legirung, bleibt. Das reinste Zinn, aus nochmals raffinirtem Zinn, wird wohl stark erwärmt und von einer gewissen Höhe auf Steinplatten geworfen, wodurch es in Stücke zerspringt; da nur das reinste Zinn so zerspringt, so ist das Vorkommen des Sn im Handel in dieser Gestalt eine Probe der Reinheit des Metalls; es heißt Körnerzinn. Das reinste Sn kommt von Malacca und von der Insel Banca, Malaccazinn und Bancazinn, ersteres in kleinen Pyramiden von $^3/_4$ Pfund, letzteres in Blöcken von 50 bis 130 Pfund.

Das Sn ist weiß, starkglänzend, weich und sehr streck- und hämmerbar, vom 1003
specif. Gewicht = 7,28. Gegossenes Sn läßt, wenn man es biegt, einen knirschenden Ton hören, der von der Verschiebung der krystallinisch sich lagernden Theile entsteht; öfteres Biegen erzeugt fühlbare Wärme.

Es hat eine große Neigung, zu krystallisiren; man kann es durch Schmel- 1004
zen und Ausgießen des nicht erstarrten Theils, wie Schwefel, krystallisirt erhalten, auch leicht durch Aetzen der Oberfläche gegossenen Zinns die Krystallstructur zeigen; bei dem verzinnten Eisenblech auf folgende Art: die Blechtafel wird zum Schmelzen des Zinns erhitzt, etwa durch die Spiritusflamme, dann die Oberfläche mit Wasser bespritzt, wodurch das Sn rasch erkaltet und krystallisirt; wird nun die matt gewordene Oberfläche mit sehr verdünntem Königswasser mittelst eines baumwollenen Ballens bestrichen, dann noch mit stark verdünnter Salpetersäure, endlich das entstandene Oxyd mit schwacher Lösung von Aetzkali weggenommen, und mit Wasser gewaschen, so kommen schöne Zeichnungen, breite Blätter, feine Strahlen 2c., zum Vorschein. Man nennt diese Verzierung der Oberfläche des Blechs Moiré métallique, und überzieht das Blech mit einem farblosen oder gefärbten durchsichtigen Firniß, wodurch der Wechsel von Licht und Schatten noch schöner hervortritt.

Als ein sehr dehnbares Metall läßt sich das Sn zu sehr dünnen Blättern, 1005
dem sogenannten Stanniol, austreiben, indem man bestes Zinn zu dünnen Platten gießt, diese dann durch vorsichtiges Hämmern zu Platten von $^1/_2$ Zoll Dicke austreibt, dann zehn derselben aufeinanderlegt und niederschlägt; nun werden diese durchgeschnitten, die Hälften zusammengelegt, wieder geschlagen u. s. w., bis die Blätter, deren zuletzt mehr als 100 aufeinanderliegen, die gewünschte Dicke haben.

Stanniol wird viel gebraucht zur Spiegelbelegung, zum Einpacken vieler Gegenstände, des Schnupftabacks, der Seife 2c., zum Auskleben von Schachteln und der Leidener Flaschen, zum Ueberziehen des Korks und des Halses der Weinflaschen 2c.

1006 Viel Sn wird auch in Formen durch die Zinngießer zu Geräthen gegossen zu Kaffeekannen, Löffeln u. dgl., besonders zu Kochgeräthen, Digestorien und Destillationsapparaten der Apotheker. Die meist metallenen Formen werden erwärmt und oft mit Kreidemilch ausgestrichen. Die Zinngießer versetzen das Sn mit meist 18 Proc. Pb, wodurch es weniger spröde wird.

1007 Zum Verzinnen von kupfernen und messingenen Gefäßen (das Verzinnen des Eisens ist beim Eisen besprochen) nimmt man reines Zinn, das man durch wollene Läppchen auf der mit verdünnter Schwefelsäure gereinigten Oberfläche des erhitzten Gefäßes ausbreitet, wobei man Salmiak oder Colophonium zur Verhütung der Oxydation der zu verzinnenden Fläche aufstreut.

Kocht man Stücke von Stanniol oder Zinnspäne mit einer Lösung von Weinstein, und wirft blanke Kupfer- oder Messingstückchen oder Enden von Messingdraht hinein, so überziehen sich diese mit einer Zinnhaut. So verzinnt man Stecknadeln und andere kleine Gegenstände, die man dann abgewaschen in Säcken mit trocknen Sägespänen schüttelt, wodurch sie getrocknet und polirt werden. Die Weinsteinsäure löst etwas Sn, das dann aber auf das Kupfer (Messing) niedergeschlagen wird, weil dieses mit dem noch nicht gelösten Sn eine galvanische Kette bildet (es wird positiv elektrisch); es muß daher in der Lösung immer ungelöstes Sn sein.

1008 Sn bildet mit anderen Metallen Legirungen, die oft angewandt werden. Das Schnellloth der Klempner besteht aus gleichen Theilen Sn und Pb, oder aus 2 Thln. Sn und 1 Thl. Pb. 5 Thle. Blei und 2 Thle. Sn bilden eine leicht flüssige Legirung, die man in dünn geblasene Glaskugeln gießt und dadurch einen Ueberzug hervorbringt, welcher der Außenfläche einen starken Spiegelglanz verleiht; die Kugeln dienen meist zur Ausschmückung des Christbaums u. dgl. Eine Legirung von 9 Thln. Sn und 1 Thl. Antimon wird häufig zum Gießen von Theekannen, Leuchtern u. dergl. gebraucht (Britanniametall).

Werden 1 Thl. Sn und 4 bis 5 Thle. Pb vor dem Löthrohre auf der Kohle zusammengeschmolzen und stark erhitzt, so verbrennt die Legirung und glimmt fort, auch wenn man von der Flamme entfernt, die Oxyde der Metalle bildend. Diese sogenannte Zinnasche dient zur Darstellung des Email und der Glasur auf Ofenkacheln; sie macht eine Boraxperle undurchsichtig.

Verbindungen mit O.

a. Zinnoxydul, SnO.

1009 Wird einer Lösung von Zinnchlorür (Zinnsalz, in der Apotheke oder beim Färber zu erhalten) eine Lösung von kohlensaurem Ammoniak zugesetzt,

so entsteht ein weißer Niederschlag von Zinnoxydulhydrat, SnO, HO, den man mit ausgekochtem Wasser waschen und dann trocknen kann. Wenn man die Flüssigkeit mit dem Niederschlag erhitzt, so geht derselbe in wasserfreies graues SnO über, das aber rasch sich höher zu Zinnoxyd oxydirt. Als beständiges braunes Pulver erhält man SnO, wenn man 4 Thle. Zinnchlorür mit 7 Thln. NaO, CO_2 zusammenreibt, dann unter Umrühren erhitzt, bis die Masse schwarz geworden, und darauf mit kochendem Wasser auswäscht; berührt man das Pulver mit einem glühenden Körper, so verglimmt es lebhaft zu Zinnoxyd. Wird gelöstes Zinnsalz mit Aetzkali gefällt, so löst sich SnO, HO im Kali zu einem Salze, indem das SnO als Säure auftritt; bringt man die Lösung zum Sieden, so zerfällt dies Salz und das SnO fällt als kleine schwarze Krystalle zu Boden. Werden diese Krystalle gewaschen und getrocknet, bis auf 250° C. erhitzt, so verwandeln sie sich unter Aufschwellen in eine Masse kleiner, brauner, weicher Blättchen.

b. Zinnoxyd, Zinnsäure, SnO_2.

Es kommt in der Natur krystallisirt vor, Zinnstein. Wird ein Stückchen **1010**
Zinn vor dem Löthrohre auf der Kohle erhitzt, so bedeckt es sich bald mit einem gelblichen Pulver (Zinnasche), das nach dem Erkalten weiß wird und SnO_2 ist. Wird die Erhitzung bis zur Weißglühhitze fortgesetzt, so verbrennt das Sn mit leuchtender Flamme zu SnO_2. Wird Sn in mäßig starker Salpetersäure gekocht, so entsteht unter Entwickelung von NO_3 ein weißes Pulver, Zinnoxydhydrat, das mit Wasser ausgewaschen wird, und dann noch Lackmuspapier röthet; geglüht wird es zur gelblich weißen, wasserleeren Masse.

Wird Sn in Königswasser das überflüssige Salpetersäure enthält, bei gelindem Erwärmen gelöst, so entsteht Zinnchlorid; wird dieser Lösung Aetzammoniak zugesetzt, so fällt ebenfalls Zinnoxydhydrat nieder als weißer, gelatinöser Niederschlag, der Lackmuspapier röthet und zur glasähnlichen Masse eintrocknet.

Das durch Verbrennen des Sn und das durch Salpetersäure erhaltene Zinnoxyd ist unlöslich in verdünnter Schwefelsäure und Salpetersäure; das aus Zinnchlorid erhaltene hingegen ist löslich in verdünnter Schwefelsäure und Salpetersäure. Wegen dieses verschiedenen Verhaltens gegen Säuren unterscheidet man zwei isomerische Zustände des Zinnoxyds, und nennt das unlösliche Oxyd Metazinnoxyd, a Zinnoxyd, das lösliche hingegen b Zinnoxyd oder schlechtweg Zinnoxyd. Der Zinnstein ist Metazinnoxyd.

Wird Metazinnoxydhydrat in Kalilauge gebracht, worin es sich leicht **1011**
löst, indem man Stücke von Kalihydrat zusetzt, so scheiden sich krystallinische Krusten von einem Salze aus, das man metazinnsaures Kali genannt hat $= KO, 5\,SnO_2 + 4\,HO$.. Wird b Zinnoxydhydrat in Kalilauge gelöst, so erhält man beim Abdampfen unter der Luftpumpe zinnsaures Kali

in schönen farblosen Krystallen $= KO, SnO_2 + 4 HO$. Gerade wegen dieser Eigenschaft, gegen Basen die Rolle einer Säure zu spielen und mit denselben Salze zu bilden, nennt man das Zinnoxyd mit Recht Zinnsäure; darnach heißt das Metazinnoxyd Metazinnsäure, a Zinnsäure, das Zinnoxyd bloß Zinnsäure, b Zinnsäure. Die Salze der b Zinnsäure haben auch ein fünfmal so großes Sättigungsvermögen als die der a Zinnsäure, wie aus den beiden angeführten Kalisalzen zu ersehen ist. Das a zinnsaure Natron, sowie das b zinnsaure ist ebenso zusammengesetzt und wird ebenso erhalten, wie das entsprechende Kalisalz. Beide Salze werden in der Kattundruckerei verwandt, und durch Verpuffen von Zinnspänen mit einem Gemenge von KO, NO_5 oder NaO, NO_5 und Kali- oder Natronhydrat gewonnen.

Verbindungen mit S.

a. Einfach-Schwefelzinn, Zinnsulfuret, SnS.

1012 Wird eine Auflösung von Zinnchlorür durch HS gefällt, so erhält man einen dunkelbraunen Niederschlag von wasserhaltigem SnS. In wasserleerem Zustande ist es leicht dadurch zu erhalten, daß man 1 Thl. Schwefelblumen in 2 Thle. Stanniol packt und in einem Gläschen über der Spirituslampe erhitzt, wobei die Vereinigung unter lebhaftem Erglühen vor sich geht und man eine glänzend schwarze Masse erhält; besser erhitzt man ein Gemenge von Zinnfeile mit Schwefelpulver in einem Tiegel, und schmilzt die Masse noch ein Mal mit S, worauf sie eine dunkelgraue, glänzende, krystallinisch blättrige Substanz darstellt.

b. Zweifach-Schwefelzinn, Zinnsulfid, SnS_2.

1013 In Zinnchlorid erzeugt HS einen gelben Niederschlag von wasserhaltigem SnS_2. In schönen, goldgelben, metallglänzenden, weich anzufühlenden Blättchen erhält man es auf folgende Art: Ein Amalgam aus 12 Thln. Sn und 6 Thln. Hg wird in einem Mörser gepulvert mit 7 Thln. S und 6 Thln. Salmiak, oder auch gleiche Theile feiner Zinnfeilspäne, Schwefelblumen und Salmiak (mit Vortheil kann man sich statt des Amalgams des Belags zerbrochener Spiegel bedienen). Das Gemenge wird in einem Kolben ins Sandbad gebracht und $1^1/_2$ Stunden lang erhitzt; im Halse des Kolbens findet sich Schwefel, Salmiak, Zinnober und Zinnchlorür sublimirt, am Boden das Zinnsulfid, das Mussivgold, wie es genannt wird. Die Wirkung des Salmiaks ist wohl die, vor zu starker Erhitzung zu schützen, indem er, verdampfend, viel Wärme fortführt. Das Mussivgold wird fabrikmäßig bereitet und dient zum Bronziren des Gypses und des Holzes, indem man es mit Eiweiß oder Lackfirniß aufträgt.

Verbindungen mit den Halogenen.

a. Zinnchlorür, SnCl, Zinnsalz.

Wird Zinn, etwa Stanniol, in concentrirter HCl gekocht, so löst es sich 1014
unter Entwickelung von H; die verdampfte Lösung liefert farblose rhombische Krystalle von herbem Metallgeschmack, SnCl + 2HO. Im Großen werden Zinndrehspäne oder gekörntes Sn in großen Retorten oder kupfernen Kesseln mit concentrirter HCl gekocht, wobei Zinn im Ueberschuß vorhanden sein muß, damit das Kupfer nicht angegriffen wird; dann wird abgedampft zur Krystallisation. Mit wenig Wasser bildet das Salz eine klare Lösung, mit viel Wasser scheidet sich ein basisches Salz aus in Gestalt eines weißen Pulvers; setzt man etwas Salzsäure oder Salmiak zu, so bleibt die Lösung klar.

Es ist ausgezeichnet durch die große Neigung, anderen Körpern O ganz 1015
oder theilweise zu entziehen. Wird zu einer Lösung von Zinnchlorür salpetersaure Quecksilberoxydullösung gesetzt (siehe Nr. 920), so scheidet sich ein grauer Niederschlag ab von metallischem Quecksilber; wird dann die darüber stehende Flüssigkeit abgegossen, etwas HCl zugesetzt, und gekocht, so vereinigen sich die einzelnen kleinen Kügelchen zu blankem Quecksilber. Wird HgO in Salpetersäure gelöst, wodurch salpetersaures Quecksilberoxyd entsteht, und nur wenig Zinnsalzlösung zugesetzt, so fällt ein weißer Niederschlag von Quecksilberchlorür nieder; wird aber SnCl im Ueberschuß zugesetzt, so entzieht es dem Quecksilber den O und die Säure, und scheidet Hg metallisch ab, was nun wie oben behandelt wird. Auf ähnliche Art desoxydirt SnCl Eisenoxyd und Kupferoxyd zu Eisen und Kupferoxydul.

Wird ein Absud von Rothholz (Fernambuk- oder Brasilienholz) mit SnCl 1016
in Lösung versetzt, so wird die vorher gelbrothe Flüssigkeit purpurviolett gefärbt, und es erzeugt sich ein carmoisinrother Niederschlag; in einem Blauholzabsud entsteht ein blauer Niederschlag; Cochenillenabsud wird carminroth gefärbt. Auch reducirt Zinnsalzlösung den Indigo zu einer farblosen Flüssigkeit (in verschlossener Flasche), die in Alkalien löslich ist; wird ein zum Färben vorbereiteter Stoff (Baumwolle) hineingetaucht und der Einwirkung der Luft ausgesetzt, so färbt er sich blau, indem der Indigo aus der Luft wieder O aufnimmt, und der Farbstoff in der Faser befestigt erscheint. Diese Eigenschaft des SnCl bewirkt seine vielfache Anwendung in der Färberei als Beize und in der Zeugdruckerei, unter Anderem zur Entfernung (Desoxydiren) des Eisenoxyds und des Manganoxyds.

Auf eine concentrirte Lösung von SnCl gieße man vorsichtig reines Was- 1017
ser, so daß beide Schichten sich nicht mischen; taucht man nun einen Zinkstreifen so ein, daß er durch beide Schichten reicht, so erzeugen sich auf dem Zinkblech glänzende Krystalle von Sn.

b. Zinnchlorid, $SnCl_2$.

Feine Zinnfeile, in eine trocknes Cl enthaltende Flasche gebracht, entzün- 1018
den sich und es entsteht $SnCl_2$; mehr wird erhalten, wenn man auf Zinn in einer Retorte trocknes Cl durch den Tubulus einleitet; $SnCl_2$ sammelt sich in

der gut abgekühlten Vorlage. Oder man mengt 5 Thle. Quecksilberchlorid (ein weißes, sehr giftiges Pulver, Sublimat genannt) mit 1 Thl. feiner Zinnfeile innig, bringt in eine Glasretorte und legt eine Vorlage vor, die man sehr gut abkühlt; wird nun gelinde erwärmt, so geht wasserfreies $SnCl_2$ als farblose Flüssigkeit über; ist sie gefärbt, so wird sie mit Zinnfeile geschüttelt und nochmals destillirt.

1019 Das $SnCl_2$ ist dünnflüssig und ätzend; es stößt an der Luft einen dicken weißen Rauch aus, indem es Wasser anzieht; setzt man tropfenweise Wasser zu, so entsteht jedesmal ein Zischen, wie bei der wasserfreien Schwefelsäure, und die Flüssigkeit erhitzt sich stark. Mit 5 At. HO bildet sie das wasserhaltige Chlorid, $SnCl_2 + 5HO$, das in schönen Krystallen anschießt. Das wasserhaltige $SnCl_2$ wird auch leicht erhalten, wenn man 16 Thle. Sn in 5 Thln. Salpetersäure und 4 Thln. Salzsäure löst. Das wasserhaltige $SnCl_2$ löst sich unzersetzt in wenig Wasser, mit viel Wasser scheidet sich Zinnoxydhydrat ab; in der Hitze entweicht HCl und es bleibt Metazinnsäure.

1020 In der Färberei findet das Zinnchlorid als Beizmittel Anwendung unter den Namen Zinnsolution, Composition, Physik, daher auch die mit demselben gewonnenen Farben Physikfarben heißen. Die Zinnsolution erhält man durch Auflösen von gekörntem Zinn oder Zinnfeile in 2 Thln. HCl und 1 Thl. Salpetersäure, wobei Erwärmung zu vermeiden. Die Zinnsolution wird auch in der Druckerei gebraucht. Mit Chlorammonium bildet $SnCl_2$ das Ammoniumzinnchlorid, $NH_4,Cl + SnCl_2$; es entsteht, indem man die concentrirten Lösungen beider Bestandtheile mit einander mischt; es fällt ein weißes Pulver nieder, das sich in 3 Thln. Wasser löst. Es wird in der Kattundruckerei unter dem Namen Pinksalz gebraucht.

Sauerstoffsalze.

a. Schwefelsaures Zinnoxydul, SnO,SO_3.

1021 Wird überschüssiges Sn in concentrirter oder wenig verdünnter Schwefelsäure mit Hülfe der Wärme aufgelöst, wobei sich H entwickelt, so erhält man eine Salzmasse, die sich in warmem Wasser mit brauner Farbe löst; aus der Lösung scheidet sich das Salz in kleinen farblosen Nadeln ab.

Wird noch feuchtes Zinnoxydulhydrat in erwärmter Schwefelsäure bis zur Sättigung gelöst, so erhält man perlmutterglänzende Krystalle. Es ist ein Bestandtheil der Bancroft'schen Beize, die in der Färberei gebraucht wird, und sich bildet, indem man 2 Thle. Zinnfeile in 3 Thle. HCl bringt und nach einer Stunde vorsichtig 1½ Thle. Schwefelsäure zusetzt, worauf sich das Sn mit Heftigkeit löst; dann wird mit Wasser verdünnt.

b. Schwefelsaures Zinnoxyd, schwefelsaure Zinnsäure, $SnO_2, 2SO_3$.

Es entsteht durch Auflösen von Sn in überschüssiger kochender concentrirter Schwefelsäure als weiße Salzmasse. 1022

c. Salpetersaures Zinnoxydul, SnO, NO_5.

Es entsteht durch Lösung von Zinnoxydulhydrat in sehr verdünnter kalter Salpetersäure; die Lösung ist gelb und zersetzt sich leicht, namentlich beim Erhitzen unter Absetzung von Oxydhydrat. 1023

d. Chromsaures Zinnoxyd.

Wird eine Lösung von neutralem chromsauren Kali mit $SnCl_2$ versetzt, so erhält man einen citrongelben Niederschlag, der geglüht violett wird, chromsaures Zinnoxyd. SnO, NO_5 in Lösung einer Lösung von chromsaurem Kali zugesetzt liefert einen Niederschlag, der geglüht dunkelviolettes Pulver giebt. Derartige Verbindungen des SnO oder des SnO_2 mit Chromsäure gebraucht man in der Porzellanmalerei, Pink-colour. 1024

Die Zinnoxydulsalze sind meist farblos. HS fällt aus neutralen oder sauren Oxydulsalzen wasserhaltiges SnS; ebenso Schwefelammon. Aetzende und kohlensaure Alkalien fällen weißes SnO, HO; ebenso Aetzammoniak und kohlensaures Ammoniak. Ferrocyankalium erzeugt einen weißen Niederschlag von Zinneisencyanür. Jodkalium einen gelben, Cyankalium einen weißen Niederschlag. Goldchlorid (erhalten durch Auflösung von fein zerschnittenem Gold in Königswasser) erzeugt einen purpurfarbenen Niederschlag (Goldpurpur). Mit Cyankalium und Soda werden die Oxydulverbindungen leicht vor dem Löthrohr auf Kohle reducirt. 1025

Aus den Zinnoxydsalzen fällt HS einen flockigen weißen, oder gelben Niederschlag von Zinnsulfid; Schwefelammon fällt ebenfalls gelbes SnS_2 im wasserhaltigen Zustande. Aetzkali und Aetzammoniak, kohlensaures Kali und kohlensaures Ammoniak schlagen weiß nieder, ebenso Ferrocyankalium. Schwefelsaures Natron fällt Zinnoxydhydrat. Metallisches Zink reducirt bei Anwesenheit von freier Säure die Oxydsalze zu metallischem Zinn. Die Reduction der Oxydsalze findet durch Cyankalium schon in der Glasröhre beim Schmelzen Statt.

Fragen und Aufgaben zu schriftlicher Ausarbeitung.

a. Welche Anwendung findet das Zinn im gewerblichen und bürgerlichen Leben? — b. In welchen Gewerbszweigen finden die Zinnverbindungen Anwendung, und welche Eigenschaft bewirkt ihre Anwendung? — c. Von woher kommt besonders reines Zinn? — d. Auf welche Art kann man die große Rei-

gung des Zinns beweisen, Krystallform anzunehmen? — e. Wie verfährt man beim Verzinnen von Kupferkesseln, wie beim Verzinnen der Stecknadeln? — f. Aus welchem Grunde nennt man Zinnoxyd auch Zinnsäure? — g. Wenn die Vereinigung des Sn mit dem S zu SnS_2 einfach durch Erhitzen vor sich ginge, wieviel Sn und wieviel S wäre zu nehmen?

XXVIII. Titan, Titanium, Ti.

1026 Dies Metall, das zu den selteneren gehört, findet sich als Titansäure fast rein in dem Rutil von brauner Farbe, dem Brookit von gelbbrauner Farbe, und dem sehr seltenen Mineral Anatas von gelblich brauner, oft bläulicher Farbe, krystallisirt. Titan ist auch Bestandtheil mancher Eisenerze, des Titaneisens.

Wird 1 Thl. feingepulverter Rutil mit 2 Thln. KO, CO_2 im Platintiegel geschmolzen, dann die Masse gepulvert in verdünnter warmer Fluorwasserstoffsäure gelöst, so erhält man Fluortitankalium in glänzenden Krystallblättchen, die gewaschen und umkrystallisirt werden. Aus diesem Salze erhält man das Ti, indem man es mit K im bedeckten Platintiegel glüht und die Masse mit viel Wasser aufschlämmt; das Titan bleibt als dunkelgraues Pulver, das an der Luft mit glänzendem Lichte verbrennt; in eine Flamme gestreut, verbrennt es mit glänzenden, sprühenden Funken; ebenso in O und Cl. Bei 100° C. zersetzt es das Wasser unter Entwickelung von H.

Verbindungen mit O.

a. Titansäure, TiO_2.

1027 Wird der heißen Lösung von Fluortitankalium Aetzammoniak zugesetzt, so erhält man einen weißen Niederschlag von titansaurem Ammoniak, der geglüht reine TiO_2 als weißes Pulver hinterläßt, wobei ein lebhaftes Glimmen entsteht. Die geglühte TiO_2 ist in Säuren unlöslich, außer in concentrirter Schwefelsäure; wird sie mit dieser Säure über der Spirituslampe erhitzt bis zur Verdunstung der überschüssigen Säure, dann in Wasser gelöst, und diese Lösung mit Aetzammoniak versetzt, so schlägt sich Titansäurehydrat nieder als weiße, gallertartige Masse, die sich leicht in Säuren löst.

Mit Kali oder Natron im Platintiegel geschmolzen, liefert TiO_2 eine Masse, die mit Wasser behandelt unlösliches titansaures Alkali hinterläßt. TiO_2 wird durch Glühen vorübergehend gelb, nach heftigem Glühen bräunlich. Sie wird als gelbe Farbe in der Porzellanmalerei gebraucht.

b. Titanoxyd, Ti_2O_3.

1028 Es wird erhalten als schwarzes Pulver durch Glühen von TiO_2 in einem Strome trocknen Wasserstoffgases. Es löst sich in Schwefelsäure mit violetter Farbe.

Verbindungen mit S und mit N.

Es entsteht Titansulfid, TiS_2, in dunkel messinggelben Schuppen, ähnlich dem Mussivgold, wenn man über glühende TiO_2 Schwefelkohlenstoffdampf leitet. 1029

Stickstofftitan, TiN, entsteht durch Glühen von TiO_2, indem man trocknes Ammoniakgas überleitet, als dunkelviolettes, etwas kupferfarbenes Pulver. Stickstofftitan in Verbindung mit Cyantitan findet sich wohl in gelblich rothen kupferfarbigen Würfeln am Boden der Hohöfen, in denen titanhaltiges Eisen verschmolzen wird; man hielt sie für reines Titan.

Verbindungen mit Halogenen.

Titanchlorid, $TiCl_2$.

Gepulverter Rutil oder TiO_2 wird mit Kohle (Kienruß) und Oel zu kleinen Kugeln geformt und geglüht. Diese werden in einer irdenen Retorte geglüht, durch deren Tubulus trocknes Chlorgas tritt, während der Hals mit einem Kühlapparate verbunden ist; es destillirt dann in eine vorgelegte Vorlage Titanchlorid als eine rauchende Flüssigkeit über, ähnlich dem Zinnchlorid. Ist das $TiCl_2$ gelb gefärbt von überschüssigem Chlor, so wird es mit Hg geschüttelt; enthält es Eisenchlorid, bei Anwendung von Rutil, so wird es aus der Glasretorte umdestillirt. Das reine $TiCl_2$ ist farblos, vom specif. Gewicht $= 1,8$; mit wenig Wasser bildet es eine krystallinische Masse; etwas Wasser, dem $TiCl_2$ zugesetzt, erzeugt soviel Wärme, daß die Masse umhergeschleudert wird; viel Wasser scheidet TiO_2 aus. Leitet man trocknes H durch $TiCl_2$, das bis auf 100° C. erwärmtes ist, und dann die Dämpfe durch ein glühendes Porzellanrohr, so setzen sich violette glänzende Kristallblättchen an von Titansesquichlorür, Ti_2Cl_3, das eine violettrothe Lösung mit Wasser bildet. 1030

Fluortitan, TiF_2.

Wird TiO_2 mit Flußspathpulver und rauchender Schwefelsäure in Platingefäßen erhitzt, so destillirt Fluortitan als eine farblose, an der Luft rauchende Flüssigkeit über; mit etwas Wasser verbunden erhält man es in Krystallen durch Lösung von TiO_2 in Flußsäure. Mit viel Wasser zerfallen diese Krystalle in ein basisches unlösliches Salz und in eine saure Lösung, $HF + TiF_2$, die man Titanfluorwasserstoffsäure nennen kann (wie die Kieselfluorwasserstoffsäure). Wird dieser Lösung Kalilösung zugesetzt, so entsteht ein Niederschlag von Titanfluorkalium, das in wasserfreien Krystallschuppen anschießt, die man zur Darstellung des Titanmetalls gebraucht. 1031

XXIX. Tantal, Tantalum, Ta.
XXX. Niob, Niobium, Nb (Pelop, Pelopium).

1032 Diese beiden seltenen Metalle kommen im Tantalit und Columbit und in einigen anderen Mineralien vor, die man Tantalite nennt. Die Metalle sind eisenschwarze Pulver und werden auf ähnliche Weise dargestellt, wie das Titanmetall. Die Tantalsäure, $Ta O_2$, ist der $Ti O_2$ ähnlich, weiß, bleibt beim Glühen weiß, schwer löslich in Säuren; die Niobsäure, $Nb O_2$, tritt mit mehr oder mit weniger O verbunden auf, und nannte man die an O reichere Säure Pelopsäure, das Metall Pelopium; später hieß die Pelopsäure Niobsäure, die an O ärmere Niobsäure kann man w Niobsäure nennen. Beide Niobsäuren sind weiß, beide werden vorübergehend gelb durch Erhitzen, Niobsäure nur schwach, w Niobsäure stark gelb; die letztere stellt Stückchen dar von starkem Glanz. Tantalchlorid ist gelb und leichtflüchtig; Niobchlorid ist gelb oder weiß; das gelbe giebt mit Wasser die Niobsäure, das weiße die w Niobsäure; das gelbe Niobchlorid ist schmelzbar und flüchtig, das weiße weniger flüchtig und schwerer schmelzbar. In HS geglüht, wird $Ta O_2$ grau; $Nb O_2$ und $w Nb O_2$ werden schwarzes Schwefelniob. $Ta O_2$ und die Niobsäuren bilden mit den kohlensauren Alkalien durch Zusammenschmelzen Salze. Giebt man in eine Lösung von niobsaurem Alkali etwas HCl und stellt eine Zinkstange hinein, so färbt sich die Niobsäure, die ausgeschieden wird, bald schön blau, nach und nach braun; tantalsaure Salze werden durch Zink auf diese Art nicht gefärbt.

XXXI. Blei, Plumbum, Pb.

1033 Das Blei hat eine grauweiße, ins Bläuliche ziehende Farbe und starken Glanz; specif. Gewicht = 11,4. Es ist so weich, daß es leicht mit dem Messer geschnitten werden kann; auf Papier und besonders auf nicht glasirtem Porzellan schreibt es fast wie Graphit. Es ist leicht zu hämmern und zu walzen, nicht aber zu feinem Drahte auszuziehen, da es trotz seiner Geschmeidigkeit sehr wenig Festigkeit besitzt. Es schmilzt schon bei 350° C., und verdampft bei Rothglühhitze. Durch Schmelzen, Erkaltenlassen, Abgießen ꝛc. kann man es wie S in Octaëdern krystallisirt erhalten.

1034 An der Luft überzieht sich das blanke Metall bald mit einer grauen Haut (Suboxyd); schmelzendes Blei überzieht sich ebenfalls mit grauer Haut von Suboxyd. Wo Wasser und Luft gleichzeitig auf Pb einwirken, oxydirt es sich rasch und überzieht sich mit weißem Oxydhydrat, das etwas von Wasser aufgenommen wird, namentlich von reinem weichen Wasser, wohingegen hartes kohlensäurehaltiges Wasser vermöge seines Gehaltes an Salzen nur Spuren löst; ein Verhalten, das man

bei Wasserröhren wohl beachten muß, da die löslichen Bleiverbindungen der Gesundheit sehr nachtheilig sind. Salz- und Schwefelsäure greifen Pb nur wenig an; mäßig concentrirte Salpetersäure löst es mit Leichtigkeit.

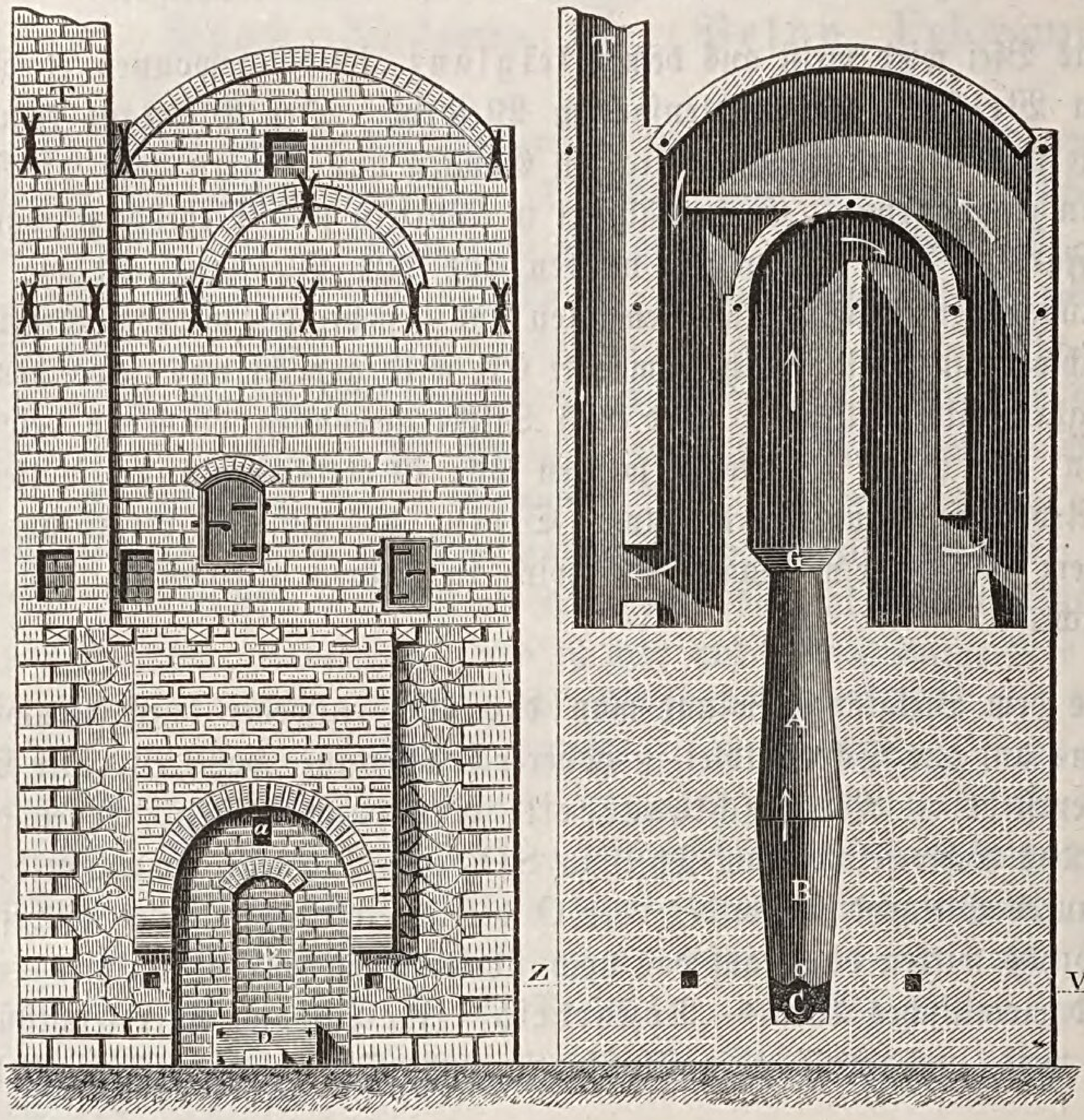
Das Blei wird meist aus dem Bleiglanz, PbS, gewonnen, etwas auch 1035
aus dem Weißbleierz, kohlensaurem Bleioxyd. Der Bleiglanz kommt im Urgebirge und im Uebergangsgebirge in Gängen und Lagern vor; oft fein im Sandstein eingesprengt. Er krystallisirt in Würfeln und Octaëdern von bleigrauer Farbe. Zum Schmelzen werden aus dem Bleiglanz erst die reinen Stücke ausgelesen, das Uebrige gemahlen und gesiebt; das mit Gangart (Quarz, Kalk, Schwerspath, Flußspath) gemengte Erz wird gepocht und gewaschen. Ist der Bleiglanz silberhaltig, so wird noch Silber gewonnen durch ein besonderes Verfahren, das später beschrieben werden soll; ist er kupferhaltig, so liefert er bei der Arbeit eine Kupferverbindung, Stein, die auf Cu verarbeitet wird. Weißbleierz bildet kleine Lager, und wird in kleinen Schachtöfen mit Kohle ausgebracht.

Aus dem Bleiglanz gewinnt man das Blei entweder durch Einwirkung 1036
des Eisens auf das Schwefelblei in höherer Temperatur, wobei Blei und Schwefeleisen entsteht — Niederschlagarbeit; oder durch Röstten, wobei der O der Luft das Schwefelblei zum Theil in SO_2 und Bleioxyd umwandelt, auch schwefelsaures Bleioxyd sich bildet; der O des Bleioxyds und des schwefelsauren Bleioxyds wirken dann auf das noch übrige Schwefelblei, und es entsteht SO_2 und metallisches Blei — Röstarbeit. Zur Bildung einer leichtflüssigen Schlacke wird noch Kalk oder Flußspath, auch Quarz als Flußmittel zugegeben.

In der Niederschlagarbeit wird das Erz, der Bleiglanz, mit Roh- 1037
eisen in Körnern oder Gahrschlacke gemengt, und Kohle in abwechselnden Schichten in den Ofen gebracht. Dieser ist nach Art eines Hohofens gebaut, Fig. 99 und 100 a. f. S., doch nur mit 3 bis 4 Fuß weitem Schacht *A* und *B*, und 20 bis 24 Fuß hoch; ein Gebläse mit 2 Düsen preßt Luft ein. Durch die Oeffnung *a* wird die Beschickung eingesetzt. Die Sohle *C* besteht aus zwei gegen einander geneigten Sandsteinen, mit kohlehaltigem Thon beschlagen; eine Abstichrinne leitet das Metall und die Schlacke in einen äußern Stichheerd *D*, Fig. 100, von wo das Metall in einen Tiegel abgelassen wird. Die entweichende Luft durchzieht, bevor sie in den Schornstein *T* gelangt, mehrere gewölbte Züge, worin sie das mit fortgerissene feine Erz wieder ablagert. Die aus dem Stichheerde *D* in den Tiegel abgelassene Masse sondert sich in Blei und Bleistein oder Schlichstein, der aus Halbschwefelblei und Schwefeleisen besteht. Das Blei wird zu Scheiben ausgegossen, bleihaltige Schlacken werden später wieder zugesetzt. Der Bleistein wird nun in Haufen geröstet, wobei sich das schwarze Schwefeleisen in Oxyd verwandelt; dann in kleinen Oefen mit Coaks verschmolzen, wo das Eisenoxyd mit den Silicaten Schlacke bildet, die beständig abfließt, während das Eisen wieder Schwefelblei reducirt

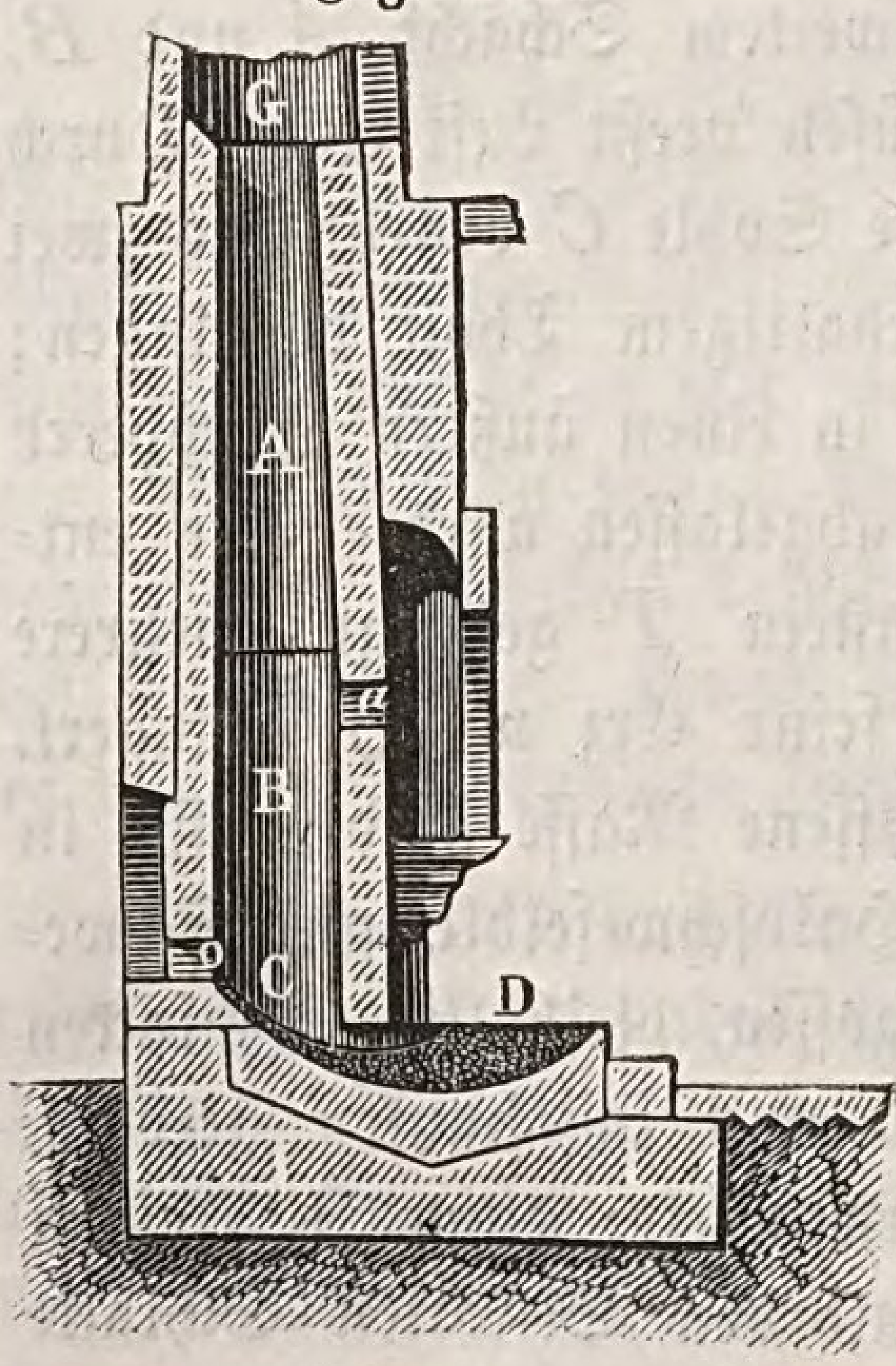
und Blei entsteht, aber auch wieder Bleistein, der wieder geröstet wird u. s. w. Ist zuletzt der Schlichstein reich an Cu, so wird er auf Kupfer verarbeitet.

Fig. 99.



1038 Bei der Röstarbeit wird das fein gepochte Erz auf der Sohle eines Flammofens geröstet, in dessen Vertiefung das Metall sich sammelt, von wo ein kleiner Canal es in einen gußeisernen Kessel führt. Ein Trichter im Gewölbe des Ofens, der noch Arbeitslöcher hat, dient zum Aufgeben des Erzes; die heiße Luft streicht durch Canäle zum Absetzen des mit fortgerissene feinen Erzes. Durch das Rösten und durch oft wiederholtes Umrühren der Masse bildet sich viel Bleioxyd und schwefelsaures Bleioxyd, während SO_2 entweicht; dann werden die Thüren geschlossen, wobei das Schwefelblei das Bleioxyd und das schwefelsaure Bleioxyd zersetzt, und Blei und Halbschwefelblei — Bleistein — in der Vertiefung sich sammelt; es wird dann abgelassen, wieder geröstet u. s. w. Die auf dem Heerde gebliebenen Schlacken werden stark erhitzt, wodurch noch Blei abfließt. Die Bleisteine werden in Haufen geröstet und mit Schlacken in niedrigen Schachtöfen mit Gebläse verschmolzen.

Fig. 100.



Ist das so erhaltene Blei silberhaltig, so wird es — Werkblei — auf 1039
dem Treibheerde abgetrieben, d. h. das Blei wird geschmolzen, durch aufgeblasene Luft oxydirt, bis das Silber, das sich nicht oxydirt, rein zurückbleibt. Der Treibheerd, s. Fig. 101 und 102, ist ein Flammofen mit einem porösen Heerde in Form eines Kugelsegments *A*, aus Kalkmergel geschlagen; er ist bedeckt mit einer mittelst Krahnen und Ketten beweglichen Haube *C* von Eisen, die inwendig mit feuerfestem Thon ausgeschlagen ist. Von der Feuerung *F* aus schlägt die Flamme in den Heerd; *P* ist das Eintrageloch und zugleich die Abzugsöffnung für die entweichende Flamme; auf *BB* ruht die Haube; durch die Oeffnungen *a a'* ragen zwei Düsen in den Heerd. Nachdem das Blei geschmolzen ist, läßt man das Gebläse schwach wirken, wodurch sich das geschmolzene Metall mit einem schwarzen Staube von Bleioxyd und anderen Substanzen bedeckt; er wird mit einem Holze abgezogen — Abstrich —, bis sich geschmolzenes Bleioxyd, Glätte, zeigt, die anfangs schwarz ist und abgenommen wird, bald aber eine rothe Farbe annimmt. Dann wird der Wind verstärkt, das Blei oxydirt sich rasch, und die Glätte sammelt sich am Rande des eine convexe Oberfläche bildenden geschmolzenen Bleies, und fließt, getrieben durch den Wind, geschmolzen durch einen Einschnitt in der Heerdwand *o*, die Glättgasse, die man tiefer einschneidet, je mehr das Metall sinkt. Die Glätte sammelt sich auf der Hüttensohle, wo sie erstarrt; sie wird zu Blei verarbeitet, oder verkauft.

Fig. 101.

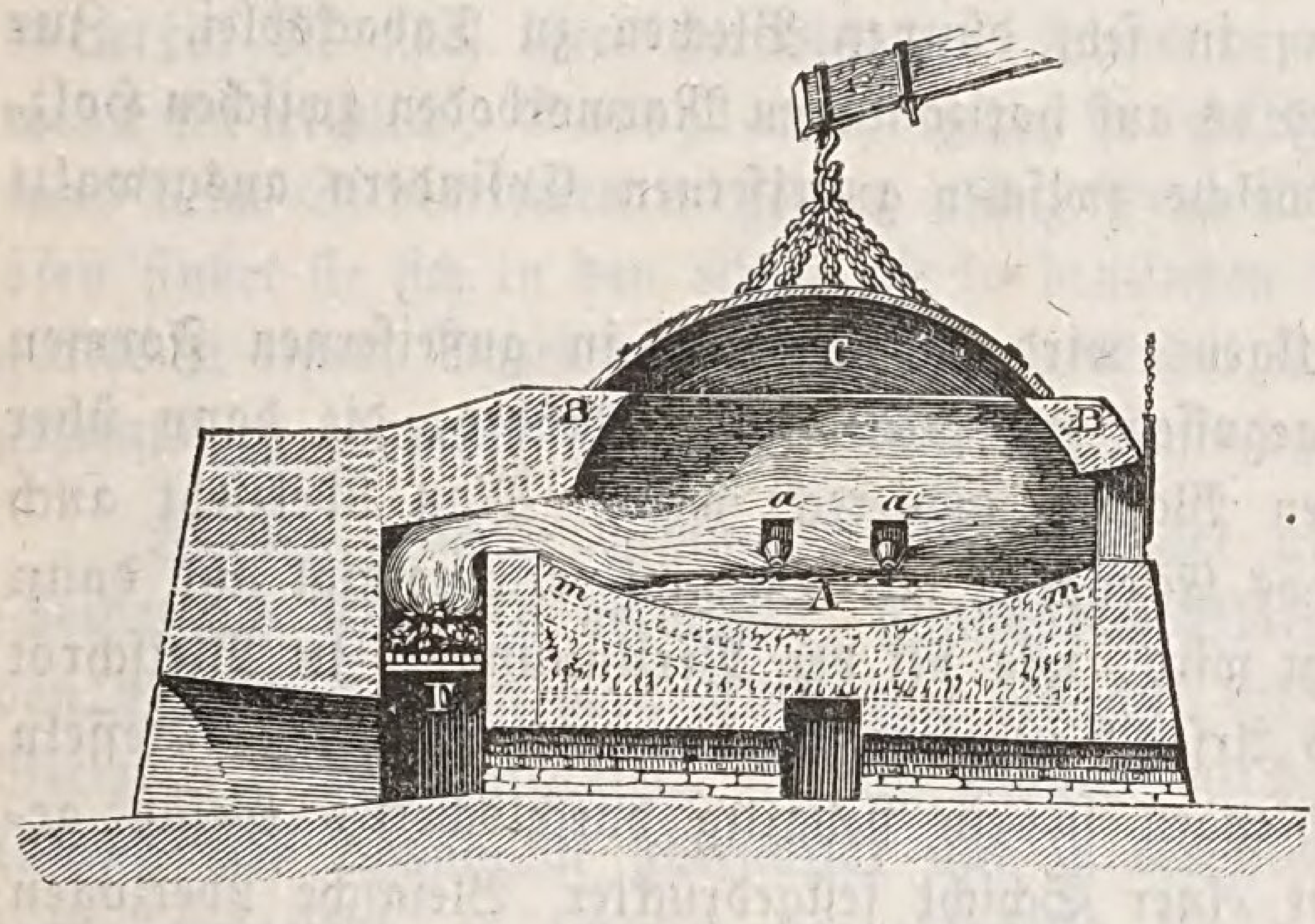
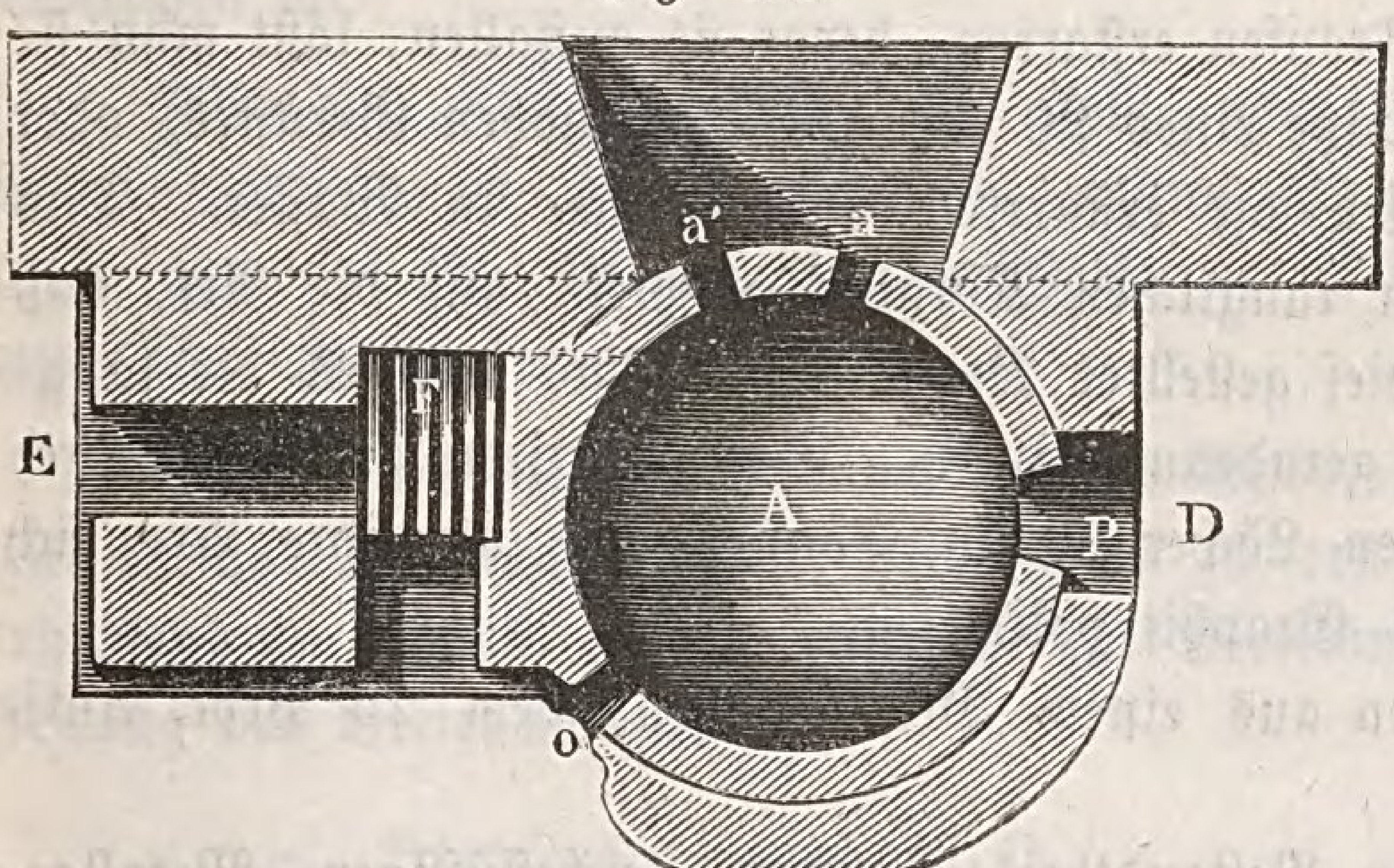


Fig. 102.



Ist endlich fast alles Blei oxydirt und entfernt, so spielt der Silberkuchen mit schönen Regenbogenfarben, welche die dünne Bleioxydhaut, womit das Silber bedeckt ist, hervorbringt; in dem Augenblick, wo diese Haut reißt, erscheint das Silber mit seinem eigenthümlichen Glanz, es blickt, Silberblick.

Viel Glätte zieht sich in die Heerdmasse, die daher den zu verschmelzenden Erzen zugesetzt wird. Das gewonnene Silber wird nun noch fein ge-

brannt, um es vom Blei, das es noch enthält, zu reinigen, wie beim Silber gesagt werden soll.

1040 Das Blei hat in technischer Beziehung vielerlei Anwendung gefunden. Zu Platten gewalztes Blei wird zu den Schwefelsäurekammern gebraucht, und zu Abdampfpfannen in den Vitriolsiedereien; zur Auskleidung von Auslauge- und Krystallisationsbehältern; in sehr dünnen Blechen zu Tabacksblei. Zur Anfertigung von Blechen wird es auf horizontalem Marmorboden zwischen Holzleisten zu Platten gegossen, welche zwischen gußeisernen Cylindern ausgewalzt werden.

Um Bleiröhren anzufertigen, wird das Blei erst in gußeisernen Formen über einem eisernen Dorn gegossen zur dickwandigen Röhre, die dann über einem längern Dorn zwischen Walzen ausgereckt wird. Man überzieht auch Eisenblech mit Blei, wobei das Eisenblech mit Salmiak ꝛc. gereinigt und dann in geschmolzenes Blei getaucht wird, wie bei der Verzinnung. Zu Bleischrot nimmt man Blei, dem etwas Arsenik zugesetzt ist; dies wird in eisernen Kesseln geschmolzen und in kleinen Mengen in ein siebartig durchlöchertes Gefäß gegossen, das man vorher mit einer Schicht festgedrückter Bleiasche überzogen hat. Das Pb filtrirt dann durch die Bleiasche und fällt in runden Tropfen durch die Löcher; damit die Tropfen erstarren, bevor sie auffallen, läßt man sie hoch herabfallen, von der Spitze eines 90 bis 150 Fuß hohen Gerüstes, oder in einen Schacht; unten fallen die erstarrten Schrotkörner in Wasser. Das Auslesen der runden von den länglichen Körnern geschieht auf die Art, daß man die Schrote über ein schief gestelltes Brett laufen läßt, wodurch die länglichen seitwärts, die runden geradeaus laufen. Das Sortiren geschieht durch Siebe mit verschieden großen Löchern. In Tonnen, die um ihre Axe sich drehen, werden sie mit etwas Graphit polirt.

Buchdruckertypen werden aus einem Blei gegossen, dem 25 Proc. Antimon zugesetzt ist.

Blei macht auch einen Bestandtheil mehrerer leichtflüssigen Metallgemische aus.

Verbindungen mit O.

a. Bleisuboxyd, Pb_2O.

1041 Bleisuboxyd ist die schwärzliche Haut, die durch Einwirkung der Luft auf dem Blei sich bildet; auch auf dem schmelzenden Metall bildet sich diese Haut von Pb_2O und erneuert sich immer, wenn man sie abzieht; man nennt diese Masse **Bleiasche**. Sie verglimmt, an der Luft erhitzt, fast wie Zunder, und wird Bleioxyd. Wird Pb_2O mit Wasser befeuchtet, so erwärmt es sich und verwandelt sich in weißes Bleioxydhydrat.

b. Bleioxyd, PbO.

1042 Wird Pb auf der Kohle vor dem Löthrohr in der äußern Flamme erhitzt, so überzieht es sich erst mit einer grauen Haut von Pb_2O, dann wird diese Haut gelb, und auch auf der Kohle zeigt sich ein gelber Beschlag; dies ist PbO.

Wird Bleiweiß (kohlensaures Bleioxyd) auf einer Eisenplatte mit der Spiritusflamme erhitzt, so färbt es sich schön gelb und man erhält ebenfalls PbO. In größeren Quantitäten stellt es ein gelbes Pulver dar, das man Massicot nennt, und sonst durch Erhitzen des Pb im Flammofen fabrikmäßig darstellte und als gelbe Farbe benutzte. Im geschmolzenen Zustande bildet PbO die Glätte, die nach ihrer verschiedenen Farbe benannt wird, Silberglätte, wenn sie weißlich, Goldglätte, wenn sie goldgelb ist. Die meiste Glätte wird beim Silbertreiben in gelben glänzenden Blättchen gewonnen; in Bleiöfen findet sie sich in den Ritzen oft in deutlichen Rhomboëdern. Wird Bleiglätte in einem Tiegel geschmolzen, so verbindet sie sich mit der SiO_3 der Tiegelwand zu braunem Glase; auf diese Art kann der Tiegel durchlöchert werden.

Werden siedende Lösungen von Bleizucker und Kalihydrat gemengt, so 1043
scheidet sich PbO in gelblichen, glänzenden Blättchen aus; in silberglänzenden Blättchen, wenn man Kalkwasser bis auf 80° C. erwärmt und so lange Bleizuckerlösung einträufelt, bis sich Krystallblättchen zeigen. Wird Bleizuckerlösung mit Ammoniak übersättigt und in verschlossener Flasche dem Sonnenlichte ausgesetzt, so scheidet sich ebenfalls PbO in gelblichen, durchsichtigen Blättchen ab.

Wird eine Bleizuckerlösung mit Kali- oder Natronlauge gefällt, so fällt 1044
Bleioxydhydrat, PbO, HO, als weißes Pulver zu Boden. Es entsteht auch schon auf Blei in lufthaltigem Wasser bei Abschluß der CO_2; es löst sich zum Theil in Wasser.

Glätte wird vielfach gebraucht in den Gewerben, in der Glasbläserei und 1045
zur Glasur für Thonwaaren, als Zusatz zu den Firnissen, um sie schneller trocknend zu machen, in der Heilkunde zur Bereitung der Bleipflaster, zur Darstellung des Bleizuckers u. s. w.

c. Bleisuperoxyd, PbO_2.

Wird Mennige mit verdünnter Salpetersäure erwärmt, so löst die Salpe- 1046
tersäure das PbO der Mennige zu salpetersaurem Bleioxyd und das Superoxyd bleibt ungelöst als braunes Pulver, das man mit heißem Wasser auswaschen muß. PbO_2 giebt an leicht oxydirbare Körper leicht seinen O ab; so entzündet es sich, wenn man es mit $1/5$ oder $1/6$ S zusammenreibt.

Durch Erhitzen verliert es die Hälfte seines O und wird PbO. Schweflige Säure absorbirt es und wird schwefelsaures Bleioxyd. Mit HCl entwickelt es Cl, und es bleibt Chlorblei, PbCl. Mit Basen verbindet es sich auch, weshalb es wohl Bleisäure genannt worden ist; so kennt man ein bleisaures Kali, $KO, PbO_2 + 3 HO$.

d. Bleisuperoxyd-Oxyd, Mennige, $PbO + PbO_2$,
in wechselnden Verhältnissen.

Werden mit den Fingern 4 Thle. Bleiglätte mit 1 Thl. KO, ClO_5 ge- 1047
mengt und in einem Eisenlöffel erhitzt, so verglimmt das Pulver und wird roth;

wird ausgewaschen, so bleibt ein rothes Pulver, Mennige, dadurch entstanden, daß das KO, ClO_5 seinen O an das PbO abtrat. Durch langes Erhitzen des PbO oder des Bleiweißes bei reichlichem Zutritt von Luft erhält man ebenfalls Mennige als schön rothes Pulver. Auf diese Art wird es fabrikmäßig dargestellt, besonders in England, indem man im Flammofen aus reinem Pb gelbes Massicot darstellt, dies unter Wasser fein mahlt, und dann im Ofen sehr mäßig erhitzt (nicht bis zum Schmelzen oder Zusammensintern), worauf man bei verschlossener Ofenthür erkalten läßt. Oft wird dies Verfahren wiederholt, um die Farbe lebhafter roth zu erhalten.

Bleiweiß so behandelt, giebt die feinste Mennige in helleren Farben.

1048 Die Mennige wird viel gebraucht als Malerfarbe, zur Glasfabrikation, zur Glasur für Fayence, zu Porzellanfarbe, zu Kitten und Beschlägen.

Verbindung mit S.

Einfach Schwefelblei, PbS.

1049 Es kommt in der Natur vor als Bleiglanz, in Würfeln krystallisirt. Es ist auch darzustellen durch Zusammenschmelzen von 1 Thl. S. mit 6 bis 7 Thln. Pb als dunkel bleigraue krystallinische Masse. Der schwarze Niederschlag, der in Lösungen von Bleisalzen durch HS entsteht, ist ebenfalls PbS.

Bleiglanz wird von verdünnter Schwefelsäure im Sieden in schwefelsaures Bleioxyd verwandelt unter Entwickelung von SO_2. Salpetersäure scheidet S ab und es entsteht schwefelsaures und salpetersaures Bleioxyd; concentrirte Salpetersäure, namentlich rauchende, verwandelt das Pulver von Bleiglanz ganz in schwefelsaures Bleioxyd. Durch Zusammenschmelzen von S und Pb in den entsprechenden Verhältnissen erhält man noch mehr Schwefelverbindungen.

Verbindungen mit den Halogenen.

Chlorblei, Bleichlorid, PbCl.

1050 Wird Bleiglätte (Bleiweiß) mit Salzsäure erhitzt, so erhält man leicht Chlorblei in kleinen, weißen, glänzenden Krystallen oder Blättchen; auch durch Fällen eines Bleisalzes mit HCl oder NaCl als weißen Niederschlag. PbCl ist in Wasser wenig löslich. Bei Rothglühhitze schmilzt es zu einer beim Erkalten hornartig durchscheinenden Masse, die ehemals Hornblei genannt wurde; es verdampft vor dem Löthrohr in starkem Rauch.

1051 Werden 10 Thle. Chlorblei oder Mennige mit 1 Thl. Salmiak geschmolzen, so scheidet sich Blei ab, und es entsteht ein gelbes, basisches Chlorblei in Krystallblättchen, die gerieben ein schön gelbes Pulver liefern, Casseler Gelb. Werden 7 Thle. Glätte und 1 Thl. Kochsalz mit Wasser zum Brei angerührt und mehrere Tage stehen gelassen, dann ausgewaschen und geschmolzen, so erhält man ebenfalls eine gelbe Masse, Turner's Gelb.

Jodblei, PbJ.

Es entsteht als citrongelbes Pulver, wenn man zu einer Auflösung eines 1052
Bleisalzes eine Jodkaliumlösung mischt. Werden die Lösungen siedend heiß gemischt, so setzt sich PbJ in goldglänzenden Schuppen ab.

Rhodanblei s. bei der Rhodanwasserstoffsäure.

Sauerstoffsalze.

a. Schwefelsaures Bleioxyd, PbO, SO_3.

Es fällt als ein weißes, schweres, in Wasser unlösliches Pulver zu Boden, 1053
wenn in eine Bleisalzlösung Schwefelsäure oder schwefelsaure Natronlösung geträufelt wird. Ebenso zerlegen sich Alaunlösung und eine Lösung von Bleizucker gegenseitig, woraus essigsaure Thonerde und schwefelsaures Bleioxyd entsteht. Die essigsaure Thonerde wird viel in der Färberei gebraucht, daher auch PbO, SO_3 als Nebenproduct dort gewonnen wird.

Vor dem Löthrohr auf Kohle wird PbO, SO_3 leicht zu Blei reducirt, wobei SO_2 sich entwickelt. Wird es, mit viel Kohle gemengt, rasch erhitzt, so erhält man PbS; bei langsamer Erhitzung Pb_2S; mit gerade hinreichender Kohle, um PbO und SO_3 zu reduciren, Blei; mit halb soviel Kohle PbO. Es kommt auch in der Natur krystallisirt als Bleivitriol vor.

b. Kohlensaures Bleioxyd, Bleiweiß, PbO, CO_2.

Es kommt in der Natur als Weißbleierz in weißen, glänzenden Kry- 1054
stallen vor.

Wird ein lösliches Bleisalz, etwa Bleizucker, mit einem kohlensauren Alkali versetzt, so entsteht ein weißer Niederschlag von PbO, CO_2 durch doppelte Zersetzung.

Das Bleiweiß wird fabrikmäßig gewonnen, und zwar nach der ältern holländischen, oder nach der neuern französischen, oder nach der englischen Methode.

Nach der holländischen Methode stellt man spiralförmig aufgerollte 1055
dünne Bleiplatten in irdene glasirte Töpfe, so daß jede in einem Topfe auf einem Vorsprung inwendig ruht, etwas vom Boden abstehend. Auf den Boden gießt man Bieressig, schließt die Töpfe mit aufgelegten Bleischeiben, packt sie in ein Bett von Pferdemist oder von Lohe und deckt mit Stroh oder Mist; sie stehen in 5 bis 6 Reihen über einander, so aber, daß die Luft zutreten kann. Die sich entwickelnde Wärme bringt den Essig zum Verdampfen, und auf den Bleiplatten erzeugt sich basisch-essigsaures Bleioxyd; zugleich entwickelt sich aus dem sich zersetzenden Mist CO_2, welche das essigsaure Bleioxyd in kohlensaures verwandelt. Die freigewordene Essigsäure zersetzt weiter Blei, die CO_2 wirkt wieder ein u. s. w.

Nach einigen Wochen werden die Töpfe herausgenommen, die Platten aufgerollt, wobei das Bleiweiß in schiefrigen Platten abfällt, wie auch von dem Deckel, der oft ganz in Bleiweiß verwandelt ist; das so abfallende Bleiweiß wird gleich als Schieferweiß verkauft. Das übrige Bleiweiß wird durch Abklopfen gewonnen, gemahlen, gesiebt und als Brei in poröse Töpfe gebracht; die halbzerfressenen Platten werden wieder eingesetzt.

1056 Nach dem französischen Verfahren wird Bleiglätte in Essigsäure gelöst (basisch-essigsaures Bleioxyd) und durch die Lösung CO_2 geleitet. Diese wird gewonnen, indem man atmosphärische Luft mit einem Gebläse durch eine Feuerung preßt, das Gemenge von N und CO_2 durch Wasser zur Abkühlung und endlich in Bottiche mit der Bleilösung leitet, worin es aus durchlöcherten Spiralröhren in kleinen Blasen die Flüssigkeit durchstreicht. Das gefällte Bleiweiß wird gewaschen und in porösen Töpfen getrocknet; die abgegossene Flüssigkeit, viel freie Essigsäure enthaltend, wird wieder mit Glätte digerirt.

Nach dem englischen Verfahren wird Bleiglätte mit 1 Proc. Bleizucker in Lösung oder mit Essigsäure benetzt, als feuchte Masse in einem Apparate beständig umgerührt, während CO_2, gewonnen wie im französischen Verfahren, darüberstreicht.

1057 Bleiweiß wird häufig mit Schwerspath oder mit Kreide versetzt; diese Verfälschung entdeckt man leicht, wenn man es in Salpetersäure löst, wobei Schwerspath ungelöst zurückbleibt; wird dann zur Trockne verdampft, so löst aus dem Rückstande Alkohol den salpetersauren Kalk, während salpetersaures Bleioxyd bleibt.

1058 Bleiweiß wird viel verbraucht als weiße Deckfarbe, die aber nach und nach gelb oder schwärzlich wird, theils durch HS, theils durchs Gelbwerden des Oels; wird Harz (Sandarach), in Alkohol gelöst, zum Anstrich gesetzt (16 Thle. Sandarach, 4 Thle. venetianischen Terpentin, 48 Thle. Weingeist), so bleibt der Anstrich weiß. Bleiweiß wird auch Firnissen zugesetzt, zur Glasur und zu Kitten gebraucht.

c. Salpetersaures Bleioxyd, PbO, NO_5.

1059 Wird Blei, oder Bleiweiß, oder Glätte in überschüssiger Salpetersäure gelöst, so erhält man farblose Octaëder, die auf glühenden Kohlen wie Salpeter verpuffen, indem Bleiweiß, endlich Pb bleibt. Es wird wohl in der Färberei und Druckerei gebraucht, um mit chromsaurem Kali Gelb oder Orange zu erzeugen, besonders da, wo Bleizucker nicht anwendbar ist.

d. Borsaures Bleioxyd, PbO, BO_3.

1060 Wird Bleizuckerlösung mit Boraxlösung gefällt, so erhält man ein weißes Pulver, PbO, BO_3, das leicht zu hellgelbem oder farblosem Glase schmilzt, und als Flußmittel dient, um Farben in Glas zu brennen.

e. Kieselsaures Bleioxyd.

Es wird erhalten durch Zusammenschmelzen von PbO und SiO_3. Es 1061
ist Bestandtheil des Flintglases, auch der Glasur 2c.

f. Phosphorsaures Bleioxyd.

Das phosphorsaure Bleioxyd entsteht nach den Modificationen der PO_5. 1062
Eine Lösung von gewöhnlichem phosphorsaurem Natron erzeugt in einer Lösung von PbO,NO_5 einen weißen Niederschlag, der vor dem Löthrohr zur hellgelben, oft krystallinisch erstarrenden Kugel schmilzt.

g. Chromsaures Bleioxyd, PbO,CrO_3.

Außer durch Fällung von einer Bleizuckerlösung mit chromsaurem Kali 1063
(s. Nr. 940 und 943) kann man PbO,CrO_3 auch dadurch erhalten, daß man schwefelsaures Bleioxyd (als Abfall in den Färbereien erhalten (s. Nr. 1053) mit einer Lösung von chromsaurem Kali digerirt; nach der Menge des angewandten chromsauren Kalis in helleren oder dunkleren Farben.

Essigsaures Bleioxyd, $PbO,\bar{A} + 3HO$ ($\bar{A}$ = Essigsäure), wird er- 1064
zeugt durch Lösung von Bleiglätte in (überschüssigem) Essig; es krystallisirt mit 3 At. Wasser in großen farblosen Krystallen, die süßlich schmecken, daher der Name »Bleizucker«.

Wird Bleizuckerlösung mit Glätte digerirt, so entsteht basisch essigsaures Bleioxyd, als Lösung Bleiessig genannt, welcher, mit Brunnenwasser versetzt, ein kühlendes Mittel bildet, Goulard's Wasser. Wird ungeleimtes Papier damit getränkt und dann getrocknet, so bildet es einen guten Zunder. Löst man Bleizucker in der zwölffachen Wassermenge, setzt einige Tropfen Essigsäure zu, giebt in ein Glas und hängt eine Zinkstange hinein, so wird diese bald mit grauem Ueberzuge bekleidet, aus dem glänzende Flitter und Blättchen von Blei hervorschießen, die immer weiter wachsen, bis alles Pb der Flüssigkeit entzogen ist, wogegen sie nun essigsaures Zinkoxyd enthält — Bleibaum. — Diese Erscheinung ist eine Wirkung der Kraft des Zinks, eine galvanisch-elektrische, den Bleisalzen das Blei zu entziehen.

Die in Wasser löslichen Bleisalze wirken auf den thierischen Organismus 1065
als starke Gifte; schon in kleinen Mengen bringen sie Leibschmerzen, sogenannte Bleikolik, hervor, was besonders bei der Fabrikation des Bleiweißes sich zeigt, da die Arbeiter den giftigen Wirkungen des Staubus ausgesetzt sind. Die besten Gegenmittel sind Getränke mit etwas Glaubersalz zersetzt, wodurch unlösliches PbO,SO_3 entsteht.

Die Bleioxydsalze sind meist farblos, nicht flüchtig.

HS und Schwefelammon fällen schwarze Niederschläge von PbS. Aetzkali und Aetznatron bewirken weiße Niederschläge von Oxydhydrat, ebenso Aetzammoniak. Kohlensaure Alkalien fällen weißes PbO,CO_2.

HCl und lösliche Chlormetalle (Kochsalz) fällen weißes PbCl. Jodkalium fällt gelbes PbJ, Cyankalium weißes PbCy. Ferrocyankalium erzeugt weißes Ferrocyanblei. Schwefelsäure und schwefelsaure Salze fällen weißes PbO,SO_3. Chromsaures Kali giebt gelbe Niederschläge von chromsaurem Bleioxyd.

Auf der Kohle vor dem Löthrohre erhitzt geben die Bleisalze für sich oder mit Soda gemengt Bleikügelchen; die Kohle beschlägt dabei gelb.

Fragen und Aufgaben zu schriftlicher Ausarbeitung.

a. Welche Anwendungen findet das Pb noch außer den angeführten? — b. Auf welche zwei Arten gewinnt man das Pb aus dem Bleiglanz? — c. Wo ist die Wirkung des PbO_2 auf SO_2 schon zur Sprache gekommen? — d. Durch welche Eigenschaft zeichnet sich PbO_2 aus? — e. Die Darstellung der Mennige aus Bleiglätte und chlorsaurem Kali soll durch ein Schema verdeutlicht werden! — f. Schmilzt man PbS mit Blei zusammen in den erforderlichen Verhältnissen, so entsteht Pb_4S und Pb_2S; wie viel PbS und Pb ist zu nehmen? — g. In verdünnter Schwefelsäure verwandelt sich Bleiglanz in PbO,SO_3; die den Vorgang erläuternde Formel soll angefertigt werden! — h. Ebenso soll die Einwirkung der concentrirten Salpetersäure auf Bleiglanz durch ein Schema verdeutlicht werden! — i. Anfertigung der Formel bei Bildung des PbCl aus PbO und HCl, und aus PbO,NO_5 und NaCl! — k. Die Zerlegung von Bleizucker und Alaun (Nr. 1053) durch ein Schema deutlich zu machen! — l. Wo ist schon die Bildung von PbO,NO_5 vorgenommen?

XXXII. Wismuth, Bismuthum, Bi.

1066 Das Wismuth kommt meist gediegen vor, besonders im sächsischen Erzgebirge, kleine Fäden bildend im Quarz, auf Gängen im Ur- und Uebergangsgebirge, auch im Granit und Thonschiefer, mit Kobalt- und Silbererzen. Es wird durch Saigerung aus der Gangart gewonnen, indem man das Erz in schief durch einen Ofen liegende geneigte Röhren von Eisenblech einträgt, nach dem Eintragen des Erzes die Röhren am höher liegenden Ende schließt, und erhitzt. Das Metall fließt durch eine Oeffnung, welche in der, das untere Ende der Röhre schließenden Platte angebracht ist, in irdene Schalen oder eiserne Kessel, die erwärmt sind; später wird in Formen ausgegossen.

1067 Das Wismuth des Handels kann leicht von Arsen- und Schwefelverbindungen gereinigt werden, wenn man es mit $^1/_{10}$ KO,NO_5 im Tiegel schmilzt, wobei die fremden Metalle sich mit dem Kali verbinden.

Das Wismuth hat eine röthlich weiße Farbe und starken Glanz. Es ist spröde, breitblätterig krystallisirt; vom specif. Gewicht = 9,9. In schönen Krystallen, Rhomboëdern, krystallisirt erhält man es durch Abgießen, indem man in einer irdenen Schale oder im Tiegel etwa 2 Pfund des gereinigten Metalls schmilzt, das Gefäß auf ein erhitztes Sandbad setzt, und mit eiserner Platte, worauf glühende Kohlen liegen, bedeckt. Die feste Kruste, die sich nach einiger Zeit gebildet hat, durchbohrt man mit einer glühenden Kohle und gießt aus. Nach Zerschlagen des Tiegels und Durchsägen des Metalls findet man im Innern Krystalle.

Das Bi schmilzt bei 264° C.; im Momente des Festwerdens dehnt es sich 1068
aus, wie das Wasser. In trockner Luft bleibt es unverändert, in feuchter oxydirt es sich oberflächlich. Es wird sehr leicht von Salpetersäure gelöst, weniger von heißer H Cl oder concentrirter Schwefelsäure.

Die Legirungen des Bi mit anderen Metallen sind durch ihre Leicht- 1069
schmelzbarkeit ausgezeichnet. 2 Thle. Bi mit 1 Thl. Pb und 1 Thl. Sn geben eine Legirung, das Rose'sche Metall, welche in kochendem Wasser schon schmilzt; 1 Thl. Bi, 2 Thle. Sn und 1 Thl. Pb kann als Schnellloth benutzt werden. Eine Legirung von 5 Thln. Bi, 2 Thln. Sn, 3 Thln. Pb (bei 92° C. schmelzend), eignet sich dazu, Metallabdrücke von Holz zu nehmen, indem das Holz nicht anbrennt. Eine Legirung von Bi, Pb und Sn hat man zu Sicherheitsplatten bei Dampfkesseln benutzt; das Metall schmilzt, sobald die gewöhnliche Temperatur überschritten wird.

Verbindungen mit O.

a. **Wismuthoxydul**, Bi O.

Wird Bi in Königswasser gelöst, dann Zinnchlorür in Lösung zugesetzt 1070
und das Gemisch in mäßig verdünnte Kalilauge gegossen, so fällt Bi O als braunes Pulver nieder, woraus durch concentrirte Kalilauge bei 40° C. das Zinnsalz zu entfernen ist. Getrocknet ist es ein schwärzliches Pulver, das erhitzt leicht zu gelbem Oxyd verbrennt.

b. **Wismuthoxyd**; Bi_2O_3.

Wird Bi auf der Kohle vor dem Löthrohre erwärmt, so schmilzt es leicht, 1071
kocht und verdampft mit Funkensprühen; dabei beschlägt sich die Kohle gelb, Bi_2O_3.

Wird Bi in heißer Salpetersäure gelöst, dann Wasser zugesetzt, so fällt ein weißes Pulver zu Boden, **basisch salpetersaures Wismuthoxyd**; wird dies erhitzt (am besten im Platintiegel), so erhält man das Bi_2O_3 als gelbes Pulver, das leicht zur braunen, nach dem Erkalten gelben Masse schmilzt. Wird salpetersaure Wismuthoxydlösung in Kali- oder Natronlauge geträufelt, so scheidet sich weißes **Wismuthoxydhydrat**, Bi_2O_3, HO aus, das beim Kochen in wasserfreies gelbes Oxyd sich verwandelt.

c. Wismuthsäure, Bi_2O_5.

1072 Wird Bi_2O_3 (etwa durch Kochen des Hydrats erhalten) in sehr concentrirter Kalilösung suspendirt, die Lösung zu raschem Kochen erhitzt und zugleich Cl eingeleitet, so wird das Bi_2O_3 roth, so wie die Flüssigkeit und fällt zu Boden; es ist Bi_2O_5, HO. Es enthält noch etwas Bi_2O_3 und wismuthsaures Kali, wovon man es durch Digeriren mit verdünnter Salpetersäure und Kochen mit Wasser befreien kann. Sie entsteht auch durch Erhitzen von Bi_2O_3, Aetzkali und KO, ClO_5 bis zur Zersetzung des KO, ClO_5. Wasserleer ist sie braun.

Verbindung mit S.

Schwefelwismuth, Bi_2S_3.

1073 Es wird aus einem Wismuthsalz durch HS als schwarzes Pulver gefällt. Es wird auch erhalten durch wiederholtes Zusammenschmelzen von einem fein gepulverten Gemenge von Bi und S als bleigraue blättrige Masse. In der Natur kommt es krystallisirt als Wismuthglanz vor von weißlicher, bleigrauer Farbe.

Verbindungen mit Halogenen.

Wismuthchlorid, Bi_2Cl_3.

1074 Es destillirt als leicht schmelzbare, grauweiße Masse über (Wismuthbutter), wenn man Wismuthpulver in einem Strome trocknen Cl erhitzt, oder 1 Thl. Wismuthpulver mit 2 Thln. Quecksilberchlorid — Sublimat — destillirt. Es zieht rasch Feuchtigkeit an und wird zum krystallinischen Hydrat. Wird Bi in Königswasser gelöst, so erhält man zerfließliche Krystalle von $Bi_2Cl_3 + 2HO$.

Von reinem Wasser wird es zersetzt, und es fällt ein blendend weißes Pulver zu Boden, basisches Wismuthchlorid, das früher als Schminke diente, Schminkweiß, Blanc d'Espagne. Wird eine Lösung von salpetersaurem Wismuthoxyd in verdünnte Kochsalzlösung gegossen, so erhält man ein basisches Wismuthchlorid in weißen, perlmutterglänzenden, zarten Krystallblättchen, Perlweiß, Blanc de perle, das auch als Schminke benutzt wurde, zum großen Schaden der Haut.

Sauerstoffsalze.

a. Salpetersaures Wismuthoxyd, $Bi_2O_3, 3NO_5 + 9HO$.

1075 Wird Wismuthpulver in Salpetersäure gelöst und die Lösung abgedampft, so erhält man große, zerfließliche, farblose Krystalle dieses Salzes. Wird die Lösung in Wasser gegossen, so wird das Salz zerlegt und es fällt ein käsiger Niederschlag, der sich in zarte, perlmutterglänzende Schuppen verwandelt, basisch salpetersaures Wismuthoxyd; die darüber stehende Lösung eines sauren Salzes wird abgegossen, der Niederschlag durch Pressen zwischen Fließ-

papier getrocknet; das lockere, weiße Pulver ist $= Bi_2O_3, NO_5 + 2HO$. Es wird ebenfalls als Schminke benutzt, auch in der Medicin. Nach der Wassermenge, der Temperatur bei seiner Fällung, der Zeit des Zusammenbleibens des Niederschlags mit dem Wasser ist seine Zusammensetzung sehr verschieden.

b. Schwefelsaures Wismuthoxyd.

Es wird erhalten durch Lösung von Bi_2O_3 in Schwefelsäure, Abdampfen 1076
und gelindes Erhitzen des Rückstandes bis zum Gelbwerden, als basisches weißes Salz $= Bi_2O_3, SO_3$, unlöslich in Wasser. Ein anderes basisches Salz, $= Bi_2O_3, 2SO_3 + 3HO$, scheidet sich ab in Nadeln, wenn der Lösung von salpetersaurem Wismuthoxyd in Salpetersäure Schwefelsäure zugesetzt wird. Wasser scheidet daraus $Bi_2O_3, SO_3 + 2HO$ ab; es bleibt in Lösung ein saures Salz. In concentrirter Schwefelsäure löst sich Wismuthpulver zu schwefelsaurem Oxyd.

c. Kohlensaures Wismuthoxyd.

Aus einer Lösung von salpetersaurem Wismuthoxyd fällt NaO, CO_2 ba- 1077
sisch kohlensaures Wismuthoxyd als weißes Pulver.

Die Wismuthsalze sind meist farblos oder weiß, durch Glühen zersetzbar. 1078
Aetzende Alkalien und Aetzammoniak fällen weißes Bi_2O_3, HO. Kohlensaures Natron fällt weißes Bi_2O_3, CO_2. HS und Schwefelammon fällen braunschwarzes Bi_2S_3. Chromsaures Kali schlägt gelbes chromsaures Wismuthoxyd nieder. Die neutralen Salze sind durch Wasser zerlegbar in unlösliches basisches und lösliches saures Salz. Mit Soda vor der Löthrohrflamme sind die Wismuthverbindungen leicht reducirbar, wobei ein gelber Beschlag auf der Kohle entsteht.

Fragen und Aufgaben zu schriftlicher Ausarbeitung.

a. Wodurch zeichnen sich die Wismuthlegirungen aus? — b. Wodurch die Wismuthsalze? — c. Die Entstehung des salpetersauren Wismuthoxyds, siehe Nr. 1075, durch ein Schema zu erläutern!

XXXIII. Antimon, Spießglanz, Stibium, Antimonium, Sb.

Das Antimon wird aus dem Schwefelantimon gewonnen, das als 1079
Grauspießglanzerz auf Gängen sich im Granit und Kalkspath im Ur- und Uebergangsgebirge findet. Es stellt strahlig krystallinische, glänzende Massen

vor von dunkelgrauer Metallfarbe. Von der Gangart, die man zum größten Theil beseitigt hat, trennt man es durch Ausschmelzen in Oefen. Das Erz wird in senkrecht stehende, oben verschlossene Saigerröhren gebracht, die in zwei Reihen im Ofen stehen, und am untern Ende im Boden ein Loch haben. Sie stehen auf zwei hohlen Bänken, die zwei lange vierseitige Räume bilden und so durch Querwände abgetheilt sind, daß unter jeder Saigerröhre ein viereckiger Raum liegt, der mit der Röhre durch die Bodenöffnung in Verbindung steht; in jedem Raume unter der Oeffnung steht ein Topf, worin das aussaigernde Schwefelantimon sich sammelt. Zwischen den Bänken und zu beiden Seiten liegen Roste, auf denen mit Holz geheizt wird. Das Erz wird auch wohl im Flammofen ausgeschmolzen, das Schwefelantimon fließt in einer Vertiefung des Heerdes zusammen; auch aus Saigerröhren wie beim Wismuth.

1080 Um das Sb aus dem Schwefelantimon zu gewinnen, wird dasselbe, ähnlich wie Bleiglanz, entweder mit Eisen — Schmiedeeisen — erhitzt, wodurch FeS entsteht und metallisches Sb, das aber sehr eisenhaltig wird, oder im Flammofen geröstet, dann gemahlen und mit Kohle, die stark mit Sodalösung getränkt ist, in Tiegeln geglüht, an deren Boden sich ein Kuchen von Antimon sammelt. Es enthält noch Arsenik, Eisen, Blei und Schwefel; man reinigt es davon durch Schmelzen mit $\frac{1}{10}$ KO, NO_5 im Tiegel.

1081 Das Antimon ist von bläulich silberweißer Farbe, stark glänzend, vom specif. Gewicht = 6,8. Es krystallisirt leicht und zeigt glänzende Spaltflächen, und auf der Oberfläche der geschmolzenen Stücke zeigen sich oft Farnkraut ähnliche Sterne. Behandelt man es wie das Wismuth (Schmelzen, Ausgießen), so kann man es oft in schön ausgebildeten Krystallen, Rhomboëdern, erhalten. Es ist so spröde, daß es leicht gepulvert werden kann. Bei gewöhnlicher Temperatur bleibt es unverändert. In kochender concentrirter HCl löst sich das Pulver des Sb sehr schwer; in Schwefelsäure nur, wenn sie heiß ist; in Salpetersäure leicht und rasch.

1082 Das Sb macht seine Legirungen mit anderen Metallen spröder und härter; so bildet eine Legirung von Sb und Pb die Masse, woraus die Buchdruckerlettern gegossen werden; 30 Thle. Fe und 70 Thle. Sb bilden eine so harte Legirung, daß sie am Feuerstein Funken giebt; 10 Thle. Sn und 1 Thl. Sb geben eine silberweiße Legirung, woraus Knöpfe angefertigt werden; ebenso geben 100 Thle. Sn, 8 Thle. Sb, 2 Thle. Bi und 2 Thle. Cu eine silberähnliche Legirung. Antimonkalium entsteht, wenn man 6 Thle. Brechweinstein (in der Apotheke zu haben) mit 1 Thl. KO, NO_5 einige Stunden lang schmilzt; der Metallkuchen am Boden des Tiegels zersetzt das Wasser, es entwickelt sich H und Sb bleibt als schwarzes Pulver.

Verbindungen mit O.

a. Antimonoxyd, Sb_2O_3.

Wird ein Stückchen Sb auf der Kohle im Grübchen vor dem Löthrohre 1083
erhitzt, so schmilzt es bald und stößt einen weißen Rauch aus von Antimonoxyd, das sich auch auf der Kohle ablagert, beim Daraufblasen aber rasch verschwindet. Hört man dann, wenn die Metallkugel recht glüht, mit Blasen auf, so fährt sie eine Zeit lang fort zu glühen, und rund um die Kugel verdichtet sich der Rauch zu einem Haufwerke von weißen, spießigen Krystallen, ebenfalls Sb_2O_3. Wirft man die glühende Kugel auf einen Papierbogen mit aufgebogenem Rande, so zerspringt sie in vielen kleinen Kügelchen, die umherfahren und auf ihrem Wege braune Striche hinterlassen, indem sie sich oxydiren und Oxyd absetzen. Schmilzt man das Metall in einem schrägliegenden Tiegel, der lose bedeckt ist, so setzt sich bei Rothglühhitze das Sb_2O_3 an den Wänden des Tiegels ab in glänzenden Nadeln; es ist dem so gewonnenen Sb_2O_3 immer etwas antimonsaures Antimonoxyd beigemengt.

Wird gepulvertes Schwefelantimon (gereinigter Grauspießglanz) mit 1084
5 Thln. HCl erhitzt (wobei sich HS entwickelt, siehe beim Wasserstoff), läßt mehrere Tage stehen, gießt die geklärte Flüssigkeit ab (Antimonchlorür) und in viel heißes Wasser (in die zehnfache Menge), so fällt ein weißes Pulver nieder, das auf dem Filter gut ausgewaschen, dann mit verdünnter Sodalösung digerirt und darauf nochmals ausgewaschen wird; es bleibt Sb_2O_3 als weißes Pulver. Man erhält es als graulich weiße, kleine Krystalle, wenn man Antimonchlorür in eine kochende Lösung von kohlensaurem Natron träufelt.

Das Sb_2O_3 verhält sich gegen stärkere Basen, namentlich gegen die Al- 1085
kalien, wie eine Säure, kann deshalb antimonige Säure genannt werden; wird Sb_2O_3 mit KO, CO_2 geschmolzen, so entweicht CO_2 und die Masse enthält antimonsaures Kali.

Das Sb_2O_3 wird beim Erhitzen an der Luft gelb und verwandelt sich in 1086
antimonsaures Antimonoxyd; es schmilzt leicht und erstarrt zur krystallinischen Masse. Es kommt auch in der Natur vor als Weißspießglanzerz und Antimonblüthe.

b. Antimonsäure, Sb_2O_5.

Wird Antimon in Königswasser mit überschüssiger Salpetersäure gelöst, so 1087
entsteht Antimonsäurehydrat als weißes Pulver, woraus beim schwachen Erwärmen Sb_2O_5 entsteht als gelbweißes Pulver, das feuchtes Lackmuspapier röthet. Es entsteht auch durch Verpuffen von 1 Thl. Sb mit 3 Thln. KO, NO_5, wodurch zweifach antimonsaures Kali sich bildet, aus dem Salpetersäure das Kali auszieht; es bleibt weißes $Sb_2O_5 + HO$.

c. Antimonsaures Antimonoxyd: Sb_2O_3, Sb_2O_5.

1088 Es entsteht durch Glühen der Sb_2O_5 als weißes Pulver, das beim Erhitzen gelb wird. Löst man gepulvertes Antimon in Salpetersäure, dunstet die überschüssige Säure ab und glüht, so erhält man ebenfalls Sb_2O_3, Sb_2O_5.

Verbindung mit H.

Antimonwasserstoff.

1089 Wird in den Apparat, der zur Bereitung des Wasserstoffs dient, ein Rohr mit Spitze eingesetzt, wie wir es beim Verbrennen des H zeigten, und bringt etwas Antimonoxydlösung, Antimonchlorür, durch die Trichterröhre in die Flasche, in welcher aus Zn und Schwefelsäure H sich entwickelt, und entzündet, so erscheint die Flamme durch das in derselben glühende Sb bläulich grün, Antimonwasserstoff, und es erhebt sich ein weißer Rauch von Sb_2O_3, der sich an kalte Gegenstände absetzt. Hält man einen Porzellanscherben in die Flamme, so entstehen auf demselben schwarze, fast glanzlose Flecken von metallischem Sb. Wird ein längeres Rohr eingesetzt, durch welches Antimonwasserstoffgas streicht, und mit der Spiritusflamme erhitzt, so legt sich zu beiden Seiten der erhitzten Stelle ein Spiegel von Antimon an, während die Flamme wieder weißlich, wie die gewöhnliche Wasserstoffflamme, brennt. Da Arsenik, wie wir beim Arsen sehen werden, ein ähnliches Verhalten zeigt und Arsenwasserstoff bildet, Flecken und Spiegel absetzt, so kommt es bei Vergiftungen darauf an, die Antimonflecken von den Arsenflecken zu unterscheiden. Die Antimonflecken verschwinden nicht, wenn sie mit Chlornatronlösung (eau de Labarraque) befeuchtet werden, die Arsenflecken wohl; leitet man durch die Röhre mit Spiegeln trocknes HS, während man die Spiegel erwärmt, so wird der Antimonspiegel rothgelb; leitet man dann trocknes salzsaures Gas durch, so verschwindet der Spiegel bald.

Die Antimonverbindungen wirken im menschlichen Körper giftig, namentlich brechenerregend (Brechweinstein). Ist eine solche Vergiftung vorgekommen, so wird der Inhalt des Magens, wenn der Tod erfolgt ist, ausgebrochene Speisen 2c., mit Wasser verdünnt, reine Salzsäure zugesetzt und gekocht; dann 20 Proc. von der behandelten Masse chlorsaures Kali zugesetzt, filtrirt, abgedampft und davon, wie oben gesagt, in den Wasserstoffgasentwickelungsapparat gebracht, und die Probe mit Flecken und Spiegeln gemacht.

Verbindungen mit S.

Dreifach Schwefelantimon, Antimonsulfür, Sb_2S_3.

1090 Es kommt in der Natur vor als Grauspießglanzerz, krystallisirt in spießigen Krystallen, daher sein Name »Spießglanz«. Es dient zur Darstellung der Antimonpräparate, auch in der Feuerwerkerei zum Weißfeuer. Durch wiederholtes Schmelzen mit S giebt Sb ebenfalls dies Schwefelantimon.

Legt man in die Reductionsröhre des Wasserstoffgasapparates (siehe beim H) ein Stückchen Schwefelantimon, erhitzt mit der Spiritusflamme und läßt H durchstreichen, so entsteht HS und Antimonmetall bleibt. Mit Kohle erhitzt, entsteht Schwefelkohlenstoff und Antimon. In Salzsäure erhitzt, löst es sich unter Entwickelung von HS. Salpetersäure macht unlösliches antimonsaures Antimonoxyd daraus. 1091

Wird Antimonchlorür mit HS gefällt, so entsteht ein orangegelber Niederschlag von Schwefelantimonhydrat, das beim Erhitzen leicht sein Wasser abgiebt und zu grauem Sb_2S_3 wird. 1092

Werden 6 Thle. sehr fein gepulvertes Schwefelantimon, gemengt mit 128 Thln. NaO, CO_2, mit der zehnfachen Menge Wasser $^3/_4$ Stunden lang gekocht, dann siedend heiß filtrirt und langsam erkalten gelassen, so fällt ein schön braunrothes Pulver nieder, das in der Medicin Anwendung findet und Kermes heißt; es ist ein Gemenge von Schwefelantimon und Antimonoxyd. Unter dem Mikroskope sieht man die Krystalle des Sb_2O_3 neben den rothen Körnern des Sb_2S_3. Das NaO, CO_2 löst Sb_2S_3, aber hier mehr als es gelöst halten kann, daher die Abscheidung. 1093

Man kann auch 5 Thle. Sb_2S_3 mit 3 Thln. trocknem NaO, CO_2 zusammenschmelzen, und die gepulverte Masse wiederholt mit viel Wasser kochen; der Kermes setzt sich dann als braune Flocken ab.

Auch ist Kermes zu erhalten durch Kochen gepulverten Schwefelantimons mit Kalilauge und Zusatz einer Säure.

Werden gleiche Theile Schwefelantimon und trockner Salpeter zusammen gerieben und das Gemenge entzündet, so erhält man eine Masse, die man Spießglanzleber nennt. 1094

Wird Sb_2S_3 an der Luft geröstet, so erhält man ein Gemenge von antimonsaurem Antimonoxyd und Schwefelantimon, Spießglanzasche; im geschmolzenen Zustande, aus 8 Thln. Sb_2O_3 und 1 Thl. Sb_2S_3 bestehend, bildet Spießglanzasche eine glasige, durchscheinende, rothgelbe Masse, das Antimonglas. Spießglanzsafran, Crocus, entsteht, wenn man Spießglanzleber mit Wasser auskocht, als röthlich gelbes Pulver, ebenfalls ein Gemenge von Sb_2O_3 und Sb_2S_3. 1095

Fünffach-Schwefelantimon, Antimonsulfid, Sb_2S_5.

Wird Antimonsäurehydrat (siehe 1087) in Wasser suspendirt und HS durchgeleitet, so fällt ein goldgelbes Pulver nieder, das man Goldschwefel nennt; es wird in der Medicin gebraucht, namentlich gegen Husten. 1096

Um es von beständiger Zusammensetzung zu gewinnen, bereitet man es aus dem Schwefelnatrium-Antimonsulfid $= 3 NaS, Sb_2S_5 + 18 HO$, auch Natriumsulfantimoniat genannt. 3 Thle. krystallisirtes NaO, CO_2 werden im eisernen Kessel in $5^1/_2$ Thln. Wasser gelöst, dann 1 Thl. mit 1097

3 Thln. Wasser gelöschter Kalkbrei zugesetzt, darauf 2 Thle. Sb_2S_3, gepulvert und mit $^1/_3$ Thl. Schwefelblumen gemengt; unter Ersetzen des verdampfenden Wassers wird $1^1/_2$ Stunden lang gekocht, bis die Masse nicht mehr grau gefärbt erscheint, filtrirt, der Rückstand mit 6 Thln. Wasser gekocht und ausgesüßt. Wird zur Krystallisation abgedampft, so erhält man große, farblose oder gelblich gefärbte Krystalle, die man mit Natronlauge abspült und schnell trocknet. Löst man die Krystalle in 10 Thln. Wasser und setzt verdünnte Schwefelsäure oder Salzsäure zu, so entsteht schwefelsaures Natron (oder Kochsalz); es entweicht HS und Goldschwefel fällt nieder, den man nach sorgfältigem Aussüßen an der Luft trocknet.

Wie hier mit dem Natrium geht das Sb_2S_5 auch Verbindungen ein mit dem Kalium, Barium und Ammonium.

Verbindungen mit den Halogenen.

a. Antimonchlorür, Sb_2Cl_3.

1098 Es entsteht, wenn Cl auf überschüssiges Sb einwirkt. Es wird dargestellt durch Destillation eines innigen Gemenges von 1 Thl. Sb und 2 Thln. Quecksilberchlorid (Sublimat), oder von 7 Thln. Sublimat mit 3 Thln. Sb_2S_3. Das Uebergehende in der Vorlage bildet eine weiße, weiche Masse, daher Spießglanzbutter genannt, die bei 72° C. zur öligen Flüssigkeit schmilzt. Es wirkt ätzend. Es kann auch dargestellt werden durch Destillation von 2 Thln. Crocus (siehe Nr. 1095, in der Apotheke zu haben), 2 Thln. Kochsalz, 1 Thl. concentrirter Schwefelsäure. Das zuerst Uebergehende, Salzsäure und Wasser, wechselt man, bis das Destillat bei guter Abkühlung erstarrt.

1099 Flüssiges Antimonchlorür erhält man durch Kochen von 1 Thl. Sb_2S_3 in Pulver mit 4 Thln. Salzsäure, so lange noch HS entweicht. Die klare Lösung wird eingedampft, und stellt eine rauchende, ätzende Flüssigkeit dar, die, destillirt, Spießglanzbutter giebt.

1100 Reibt man verdünntes Sb_2Cl_3 auf Eisen ein, so überzieht sich dieses mit einer braunen, sehr dünnen Haut von Antimon und Eisenoxyd. Auf diese Weise bruniren (bronziren) die Büchsenmacher die Gewehrläufe, wodurch sie dieselben vor dem weiteren Rosten schützen.

1101 Wird Sb_2Cl_3 mit viel Wasser gemischt, so schlägt sich ein weißes Pulver nieder, das ausgesüßt wird. Es heißt Algarothpulver, und ist ein Gemenge von Antimonchlorür und Antimonoxyd $= Sb_2Cl_3 + 2\,Sb_2O_3 + HO$.

b. Antimonchlorid, Sb_2Cl_5.

1102 Es ist zum Theil die Verbindung, die wir beim Chlor erhielten, wenn wir gepulvertes Antimon in eine mit Cl gefüllte Flasche schütteten. Es entsteht, indem man trocknes Cl über erhitztes Antimonpulver leitet (wie beim Zinnchlorid). Das Antimonchlorid ist eine farblose oder von Cl etwas gelblich gefärbte, an der Luft stark rauchende Flüssigkeit, die bald aus der Luft

Feuchtigkeit anzieht und zur krystallinischen Masse erstarrt. Mit viel Wasser zerfällt sie in Salzsäure und Antimonsäurehydrat.

Sauerstoffsalze.

I. Antimonoxydsalze.

Salpetersaures Antimonoxyd, $2\,Sb_2O_3, NO_5$, bildet sich in feinen, 1103
perlmutterglänzenden Krystallschuppen durch Einwirkung von rauchender Salpetersäure auf Antimonpulver; durch Wasser zersetzt es sich unter Abscheidung von Sb_2O_3, HO. — Schwefelsaures Antimonoxyd erhält man in kleinen, glänzenden Krystallen, wenn man Sb_2O_3 in der Wärme mit concentrirter rauchender Schwefelsäure behandelt. Mit heißem Wasser zerlegt es sich, und es entsteht basisch schwefelsaures Antimonoxyd.

II. Antimonsaure Salze.

a. Antimonsaures Kali, $KO, Sb_2O_5 + 5\,HO$.

Man trägt in einen hessischen Tiegel 1 Thl. gepulvertes Antimon mit 1104
4 Thln. KO, NO_5 ein, entzündet die Masse und wäscht mit kaltem Wasser aus. Der Rückstand wird 2 bis 3 Stunden lang mit 12 Thln. Wasser gekocht (Ersetzung des verdampfenden Wassers), wodurch das neutrale antimonsaure Kali sich löst, und saures antimonsaures Kali zurückbleibt, das weiter abgedampft eine gummiartige Masse bildet. Die abfiltrirte Lösung wird weiter eingedampft, indem man einige Stückchen Aetzkali zusetzt, bis ein Probetropfen zu Krystallen gesteht, worauf sich das Salz in Krystallen absetzt. Diese werden mit Wasser abgespült und auf unglasirtem Porzellan getrocknet. Es ist ein Reagenz auf Natron, mit dem es ein schwer lösliches Salz bildet, antimonsaures Natron. Als Reagenz ist es schon vor dem Eindampfen zu Krystallen brauchbar; die Auflösung zersetzt sich aber mit der Zeit, daher bewahrt man es am besten in trockner Form.

b. Antimonsaures Natron.

Es fällt als weißes, körniges Krystallpulver nieder, wenn eine Lösung 1105
eines Natronsalzes mit der Lösung von KO, Sb_2O_5 versetzt wird.

c. Antimonsaures Bleioxyd.

Es wird ein inniges Gemenge von 1 Thl. Brechweinstein (dessen Berei- 1106
tung in der folgenden Nummer angegeben ist) mit 2 Thln. salpetersaurem Bleioxyd und 4 Thln. Kochsalz zwei Stunden lang gelinde erhitzt, calcinirt, bis am Ende die Masse schmilzt. Die zerstoßene Masse wird mit heißem Wasser ausgelaugt; es bleibt das antimonsaure Bleioxyd als ein schön gelbes Pulver, Neapelgelb, zurück, das als Wasser- und Oelfarbe, auch zu Glasflüssen gebraucht wird.

1107 Der Brechweinstein, weinsaures Kali-Antimonoxyd, $KO,\bar{T} + Sb_2O_3,\bar{T} + 2HO$ ($\bar{T}$ die Bezeichnung der Weinsäure, Tartrylsäure), wird auf folgende Art erhalten: Man reibt 1 Thl. Antimonoxyd mit $^2/_3$ oder $^1/_2$ Thle. Weinstein (cremor tartari) zusammen und kocht mit 5 bis 6 Thln. Wasser, bis Alles gelöst ist. Das Doppelsalz schießt in großen, farblosen Krystallen an, die an der Luft etwas verwittern. Sie sind in 14 bis 15 Thln. Wasser löslich, und die Auflösung wirkt brechenerregend; sie ist als solche ein geschätztes Arzneimittel, aber auch als Gift zu betrachten. HS fällt aus der Lösung gelbes Schwefelantimon.

1108 Die löslichen Antimonoxydsalze röthen meist das Lackmuspapier; sie werden durch Wasser leicht zerlegt in lösliche saure, und unlösliche basische Salze. HS fällt aus den sauren Salzen einen orangerothen Niederschlag (Sb_2S_3), der sich leicht in Kalilauge löst; Schwefelammon bewirkt in allen Antimonoxydsalzen diesen Niederschlag. Aetzende Alkalien fällen weißes Sb_2O_3, löslich im Ueberschuß des Fällungsmittels; Aetzammoniak fällt auch Sb_2O_3, unlöslich im Ueberschuß des Fällungsmittels. Kohlensaure Alkalien fällen ebenfalls, meist mit Entwickelung von CO_2; ebenso kohlensaures Ammoniak. Zink und Eisen fällen metallisches Sb als schwarzes Pulver, das auf der Kohle leicht zu regulinischem Sb schmilzt. Mit Soda und Cyankalium gemengt, werden die Antimonverbindungen leicht vor dem Löthrohre auf der Kohle zu Metall reducirt.

Die löslichen Salze der Antimonsäure werden leicht durch Salpetersäure gefällt, indem Antimonoxydhydrat niederschlägt. Die Salze mit den Alkalien sind löslich.

Fragen und Aufgaben zu schriftlicher Ausarbeitung.

a. Welchen Einfluß zeigt das Sb, wenn es anderen Metallen oder Legirungen zugesetzt wird? — b. Was beweist die Entwickelung von CO_2, wenn man KO,CO_2 mit Sb_2O_3 zusammenschmilzt (siehe Nr. 1085)? — c. Welche Säure ist das beste Lösungsmittel für Antimon? — d. Sb_2O_5 entsteht durch Verpuffen von Sb mit KO,NO_5, Ausziehen mit Salpetersäure 2c., Nr. 1087; die erklärende Formel anzufertigen! — e. Nach Nr. 1089 verschwinden Antimonspiegel in einer Röhre, wenn man trocknes HS durchleitet, dann trocknes Salzsäuregas; wie ist dies Verschwinden zu erklären? — f. Was ist Kermes? Was Spießglanzasche? Was Antimonglas? Was ist Crocus? — g. Es soll das Schema angefertigt werden, das die Entstehung des Goldschwefels erklärt, wenn Schwefelnatrium-Antimonsulfid mit Schwefelsäure zerlegt wird! — h. Was ist Algarothpulver? — i. Welche medicinische Eigenschaft zeichnet viele Antimonsalze aus? — k. Wodurch läßt sich eine Antimonverbindung noch leicht erkennen außer durch die unter Nr. 1108 angeführten Reactionen? — l. Durch welches chemische Verhalten läßt sich leicht eine Zinnkugel von einer Antimonkugel unterscheiden?

XXXIV. Arsen, Arsenicum, As.

Das Arsen findet sich gediegen (im sächsischen Erzgebirge), gewöhnlich in schwarzgrauen, schaligen Stücken, daher Scherbenkobalt. Ferner kommt Arsen in Verbindung mit vielen Metallen vor, wie der Schwefel, so als Speißkobalt und Glanzkobalt (siehe beim Kobalt), Kupfernickel (siehe Nickel). Der Arsenkies, der in Krystallen von silberweißer Farbe vorkommt (Arseneisen und Schwefeleisen), wird auf Arsen verarbeitet. 1109

Aus dem Arsenkies gewinnt man Arsen, indem man denselben aus Thonretorten in Vorlagen von Thon destillirt; er kommt so als schwärzliche, strahlige Masse in den Handel unter dem Namen Fliegenstein; auch der Scherbenkobalt tritt als Handelswaare auf.

Wird ein Stückchen Arsen (Fliegenstein) in einer unten geschlossenen Glasröhre mit der Spirituslampe erhitzt, so sublimirt es und legt sich als glänzend schwarzer Spiegel (Arsenspiegel) an das Glas an, wobei es einen knoblauchartigen Geruch entwickelt, vielleicht von einem entstehenden Suboxyd. Vor dem Löthrohre verbrennt es mit bläulicher Flamme, einen weißen Rauch verbreitend. 1110

Es wird bei Rothglühhitze gasförmig, ohne vorher zu schmelzen, da sein Schmelzpunkt dem Siedepunkt sehr nahe liegt; in verschlossener Röhre, unter verstärktem Drucke, schmilzt es.

Um aus dem Fliegenstein oder dem Scherbenkobalt reines As zu gewinnen, sublimirt man denselben in einem Medicinglase (oder Kolben); es findet sich am obern Theil des Glases als glänzende Kruste von blättrigen Krystallen. Schöne Krystalle erhält man, wenn man das Glas in einem Tiegel bis zur Hälfte mit Sand umgiebt, erhitzt, und bei beginnender Sublimation einen andern Tiegel überstürzt und sehr langsam erkalten läßt; es krystallisirt in Rhomboëdern. 1111

As ist sehr spröde, von stahlgrauer Farbe und starkem Metallglanz, vom specif. Gewicht = 5,9. In trockner Luft erhält es sich unverändert, in feuchter läuft es bald an. 1112

Salzsäure wirkt nicht auf As, concentrirte Schwefelsäure oxydirt es höher, indem SO_2 entweicht; ebenso wirken Salpetersäure und Königswasser, nur mit größerer Heftigkeit. Einige Oele lösen es ebenfalls auf.

Nach seinen chemischen Eigenschaften schließt sich As dem P an auf der einen Seite, dem Antimon auf der andern, und bildet so die Brücke zwischen den Metalloiden und den Schwermetallen. Mit anderen Metallen bildet es Legirungen, so mit dem Eisen eine spröde Masse, mit Kupfer eine weiße, an der Luft anlaufende Legirung. 1113

Verbindungen mit O.

a. Die arsenige Säure, As_2O_3, weißer Arsenik, Rattengift.

1114 Wird in verschlossener Röhre aus Arsen ein Spiegel erzeugt, dann das geschlossene Ende abgebrochen und die Röhre etwas schief gehalten, während man den Beschlag gelinde erhitzt, so verschwindet derselbe und setzt sich weiter oben an die kälteren Theile der Röhre, theils als weißes Pulver, theils als kleine glänzende Octaëder (wie durch die Loupe zu sehen). Dies ist arsenige Säure, gewöhnlich weißer Arsenik genannt.

1115 As_2O_3 wird als Nebenproduct beim Rösten der Kobalt-, Nickel- und Zinnerze gewonnen, indem man die Röstproducte, Dämpfe, in Canälen und Kammern (Giftfängen) condensirt. Besonders in Schlesien wird es aber auch fabrikmäßig aus dem Arsenkies bereitet, den man gepocht auf die Röstplatte eines Ofens bringt, über welche atmosphärische Luft zieht. Das Erz wird beständig umgekrückt; die gebildete As_2O_3 tritt in Dampfform durch aufwärts steigende Canäle in den Giftthurm, der mit vielen Condensationsräumen, Kammern, versehen ist, wo sich die Säure als Mehl, Giftmehl, ablagert. Dann wird dies in eiserne Kessel gegeben, auf denen eiserne cylindrische Trommeln und Hauben mit Abzugsröhren sitzen, welche in Kammern führen; in den Röhren findet sich nach der Sublimation die As_2O_3 als durchsichtige, glasartig amorphe Masse. Bei längerem Liegen werden solche Stücke undurchsichtig und milchweiß, wie Porzellan, indem die Säure krystallisirt.

1116 Die porzellanartige Säure ist in kaltem Wasser schwer löslich, die glasartige ist dreimal so leicht löslich. Gewöhnlich erfordert sie die 50fache Menge kalten, die 10- bis 12fache warmen Wassers; die Lösung röthet Lackmus schwach. In heißer HCl löst sie sich leichter, und krystallisirt daraus beim Erkalten in Octaëdern. Weinstein löst sie leicht und giebt damit ein dem Brechweinstein ähnliches Salz. Die Alkalien lösen sie zu arsenigsauren Salzen.

1117 Die As_2O_3 ist als furchtbares Gift bekannt, und wird zur Vergiftung der Ratten und Mäuse angewandt (mit Mehl vermengt), hat aber auch schon oft zum Giftmorde gedient. Sie wird auch in der Kattundruckerei gebraucht, weil sie so leicht ihren O abgiebt; aus demselben Grunde wird sie wohl dem schmelzenden Glase zugesetzt, um die schwarze oder grüne Farbe des Glases (Eisenoxydul) in Gelb (Eisenoxyd) umzuändern. Sie hat die Eigenschaft, thierische Körper zu conserviren (wohl durch Abhaltung zerstörender Thiere); die Bälge ausgestopfter Thiere werden deshalb mit Arsenikseife (8 Thle. As_2O_3 werden mit 3 Thln. Pottasche und 8 Thln. Wasser gekocht und 8 Thle. harte Seife zugesetzt, dann noch 1 Thl. Kalk und 1 Thl. Kampher damit gemengt) eingerieben.

1118 Wird As_2O_3 mit Cyankalium im Reagenzrohr oder im Kölbchen erhitzt, so erhält man den Arsenspiegel, ebenso wenn man in ein dünn ausgezogenes, unten geschlossenes Röhrchen ein Körnchen As_2O_3 bringt, darüber einen Kohlensplitter legt und nun erst den Kohlensplitter durch Erhitzen über der Lampe

zum Glühen bringt, dann das Körnchen As_2O_3 erhitzt. Ueber dem Kohlensplitter legt sich ein Arsenspiegel an, da die Dämpfe der As_2O_3 durch die Kohle reducirt werden. Auf der Kohle mit Soda gemengt und erhitzt, giebt sie gleich den Arsengeruch.

b. Die Arsensäure, As_2O_5.

Wird arsenige Säure mit überschüssigem Königswasser gekocht, so entsteht 1119
As_2O_5; dann wird zur Verjagung der überschüssigen Säure eingedampft und im Platintiegel vorsichtig geschmolzen; es entsteht dann ein farbloses oder milchweißes Glas, das leicht Wasser anzieht. Sie bildet mit Wasser ein Hydrat in großen Krystallen. Bei Rothglühhitze zerfällt sie in As_2O_3 und $2O$. Sie ist ebenfalls ein starkes Gift.

Verbindung mit H.

Arsenwasserstoff, AsH_3.

Wird (wie beim Antimonwasserstoffgas) in die Woulff'sche Flasche zur 1120
Entwickelung des Wasserstoffs, mit Spitzrohr versehen zur Entzündung des Gases, etwas Auflösung von As_2O_3 durch die Trichterröhre gebracht, während sich H aus Zink und Schwefelsäure entwickelt, und, wenn alle atmosphärische Luft verdrängt ist, das sich entwickelnde Gas angezündet, so brennt es mit bläulich weißer Flamme, AsO_3 und HO bildend. Das Arsenwasserstoffgas, das auf diese Art sich entwickelt, ist farblos und von höchst widrigem Geruch; es ist die giftigste aller Luftarten, wovon die geringste Menge, eingeathmet, der Gesundheit höchst nachtheilig ist, weshalb die größte Vorsicht bei diesen Versuchen nothwendig ist. Man arbeite bei geöffneten Thüren und Fenstern, und zünde so bald wie möglich an, indem man sich eher vor dem sich erhebenden Strom der AsO_3 zu schützen vermag, als vor dem Arsenwasserstoff.

Hält man einen Scherben von ächtem Porzellan in die Flamme, so be- 1121
kommt man auf demselben schwarze oder braune glänzende Flecken von Arsen; setzt man ein längeres Glasrohr ein, wodurch das Arsenwasserstoffgas streicht, und erhitzt an einer Stelle mit der Spiritusflamme, so erhält man einen Spiegel von metallischem Arsen.

Arsenwasserstoffgas wird durch oxydirende Substanzen leicht zerlegt; concen- 1122
trirte Salpetersäure, in die man es leitet, oxydirt es zu As_2O_3 und As_2O_5. Leitet man das Gas in eine Lösung von salpetersaurem Silberoxyd, so wird diese in metallisches Silber und arsenige Säure zerlegt. Läßt man in eine mit Arsenwasserstoffgas gefüllte Glocke Cl treten, so entflammt sich jede Blase und es entsteht HCl und Arsenchlorür.

Verbindungen mit S.

Einfach-Schwefelarsen, As_2S_2, Realgar, Arsensulfür.

1123 Es findet sich krystallisirt in rothen, glasartigen Massen in der Natur, als Realgar. Es kann dargestellt werden durch Zusammenschmelzen von 2 Thln. S und $4^1/_2$ Thln. As. Auf den Arsenikhütten wird durch Destillation von Arsenikkies und Schwefelkies ein Schwefelarsen dargestellt, rothes Arsenikglas, das undurchsichtig, dunkelroth, glasig amorph und in der Zusammensetzung sehr wechselnd ist. Es wird in der Kattundruckerei gebraucht und zum sogenannten indianischen Weißfeuer (24 Thle. KO, NO_5, 7 Thle. S, 2 Thle. Realgar).

Arseniges Sulfid, As_2S_3, Rauschgelb, Auripigment, Operment.

1124 Es findet sich ebenfalls in der Natur krystallisirt in rothen Krystallen, in goldgelben Blättchen. Es ist auch zu erhalten durch Zusammenschmelzen der beiden Stoffe; als citrongelbes Pulver, wenn man durch eine angesäuerte Auflösung von As_2O_3 Schwefelwasserstoff leitet. Es schmilzt leicht zur rothen Flüssigkeit, die erkaltet ein durchscheinendes, rubinrothes Glas bildet. Wird es mit kohlensaurem Kali und Cyankalium gemengt, in einem unten zur Kugel ausgeblasenen Glasröhrchen erhitzt, so zeigt sich bald in der Röhre ein Arsenspiegel, man erhält alles Arsen.

1125 Das Operment des Handels wird auf den Arsenikhütten durch Sublimation von 7 Thln. Arsenikmehl und 1 Thl. S erhalten; es enthält immer As_2O_3 und ist deshalb sehr giftig.

Es wird, wie der Realgar, in der Kattundruckerei und in der Färberei als desoxydirendes Mittel gebraucht, früher auch unter dem Namen Königsgelb als Malerfarbe.

Das Arsensulfid, As_2S_5.

1126 Es wird erhalten, als blaßgelbes Pulver, wenn man durch eine Auflösung von Arsensäure HS leitet; es fällt erst nach einiger Zeit.

Verbindungen mit den Halogenen.

Arsenchlorür, As_2Cl_3.

1127 Wird gepulvertes Arsen in eine Flasche voll Cl gestreut, so entzündet es sich und es entsteht ein dicker Rauch von Arsenchlorür. Wird Arsen in Stücken gelinde erhitzt in einer Retorte, durch deren Tubulus trocknes Cl einströmt, so destillirt in die Vorlage As_2Cl_3 über; auch zu erhalten durch Destillation von 1 Thl. As mit 6 Thln. Quecksilberchlorid.

1128 Es ist eine ölige, an der Luft rauchende, höchst giftige, farblose Flüssigkeit, die oft gelblich gefärbt ist; sie ist dann zur Reinigung mit gepulvertem Arsen zu schütteln und umzudestilliren.

Sauerstoffsalze.

I. Der arsenigen Säure.

a. Arsenigsaures Silberoxyd, $3(AgO), As_2O_3$.

Es entsteht als gelber Niederschlag, wenn man einer Lösung von salpetersaurem Silberoxyd eine Lösung von As_2O_3 und dann Aetzammoniak zusetzt. 1129

b. Arsenigsaures Kali, KO, As_2O_3.

Wird 1 Thl. As_2O_3 mit 3 Thln. KO, CO_2 gemengt und mit 12 Thln. 1130
Wasser übergossen und erwärmt, so entsteht eine Lösung von KO, As_2O_3.

Wird diese Lösung einer warmen Lösung von 3 Thln. Kupfervitriol in 1131
36 Thln. Wasser nach und nach zugesetzt, so entsteht ein sehr schön grünes, sehr giftiges Pulver, basisch arsenigsaures Kupferoxyd, $2(CuO), As_2O_3$, das den Namen Mineralgrün oder Scheel'sches Grün trägt, und als Malerfarbe benutzt wird. Löst man 1 Thl. As_2O_3 in 12 Thln. kochenden Wassers auf und setzt mit Wasser zu einem Brei angerührten Grünspan (basisch essigsaures Kupferoxyd, das man in der Apotheke rein erhalten kann) nach und nach zu und kocht, bis die Flüssigkeit klar wird, so entsteht enfalls ein grüner Niederschlag (arsenigsaures + essigsaures Kupferoxyd), der ausgewaschen und getrocknet ein schön hellgrünes Pulver darstellt und den Namen Schweinfurter-, Neuwieder-, Parisergrün hat. Es ist, wie das Mineralgrün, sehr giftig, und ist deshalb seine Anwendung als Malerfarbe mit Recht verboten, besonders auf Tapeten und Rouleaux, sowie zum Anstrich von Stubenwänden, auf denen es Arsenwasserstoff entwickeln kann, besonders in feuchten Localen.

II. Der Arsensäure.

c. Saures arsensaures Kali, $KO, 2HO + As_2O_5$.

Werden gleiche Thle. As_2O_3 und Salpeter zusammengeschmolzen, gelöst und zur Krystallisation abgedampft, so erhält man luftbeständige, farblose Krystalle, die in der Kattundruckerei gebraucht werden. 1132

Die Lösung von As_2O_3 in Gegenwart von freier Säure wird von 1133
HS gleich gelb niedergeschlagen; der Niederschlag, arseniges Sulfid, wird von ätzenden und kohlensauren Alkalien rasch gelöst, ebenso von Salpetersäure. Schwefelarsen, mit 4 Thln. Soda zum Brei mit Wasser angerührt, auf Glassplitterchen gestrichen, getrocknet und in einer Glasröhre erhitzt, durch welche trocknes H streicht, wird leicht reducirt und bildet Arsenspiegel. Man kann auch auf folgende Art verfahren: In einer Woulff'schen Flasche mit Trich-

terrohr (oder in einer Flasche mit doppelt durchbohrtem Korke) wird aus Kalkstein (Kalkspath) und Salzsäure CO_2 entwickelt, die man durch Schwefelsäure in einer Waschflasche streichen läßt. Auf die Röhre, welche die CO_2 aus der Waschflasche weiterführt, wird mittelst eines Korks eine weitere in eine Spitze ausgezogene Röhre gesteckt und das Schwefelarsen, oder ein arsenigsaures Salz, mit 9 Thln. Soda und 3 Thln. Cyankalium gemengt, trocken hineingebracht, und so lange die Röhre und das Gemenge gelinde erwärmt, bis alle Feuchtigkeit verschwunden ist. Wird dann die Stelle der Röhre, wo das Gemenge liegt, mit der Spiritusflamme erhitzt, während ein langsamer Strom von CO_2 durchzieht, so legt sich an die Spitze der Röhre ein Arsenspiegel an; auf diese Art geben Antimonverbindungen keinen Beschlag.

In salpetersaurer Silberoxydlösung bringt As_2O_3 einen braungelben Niederschlag von arsenigsaurem Silberoxyd hervor, ebenso die neutralen Salze der As_2O_3; in schwefelsaurem Kupferoxyd entsteht durch As_2O_3 ein gelbgrüner Niederschlag.

Ein blanker Kupferstreifen in einer mit etwas HCl versetzten Lösung von As_2O_3 bedeckt sich mit schwarzem As.

Um Arsenwasserstoff zu bereiten, so daß die Reaction schön ausfällt, läßt man es durch eine Chlorcalciumröhre streichen; die Röhre zum Hervorbringen des Beschlages muß etwa 2 bis 3 Linien im Lichten weit sein und aus bleifreiem Glase bestehen; man nennt einen solchen Apparat von seinem Erfinder den Marsh'schen Apparat, und bedient sich desselben zur Auffindung von As bei Vergiftungen. Der Antimonspiegel ist dunkler als der Arsenspiegel; Arsenflecken lösen sich leicht in Chlornatronlösung, Antimonflecken erst sehr spät. Cyankalium und Soda mit As_2O_3 erhitzt, reduciren die Säure leicht und erzeugen Arsenflecken (siehe Nr. 1124).

1134 Bei Vergiftungen durch As_2O_3 erfolgt der Tod, wenn dem Gifte nicht rasch entgegengewirkt wird. Der Kranke wird zum Erbrechen gebracht, und ihm dann frisch bereitetes Eisenoxydhydrat, und gebrannte, in Wasser suspendirte Magnesia gegeben, die besten Gegenmittel, weil sie mit der As_2O_3 unlösliche Salze bilden. Soll bei einem Giftmorde Arsen in einer Leiche aufgefunden werden, so sucht man vorerst im Magen nach, ob sich Körnchen von Arsenik finden; ist dies der Fall, so werden sie in Röhrchen, die dem Gerichte vorgelegt werden, reducirt und Spiegel hervorgebracht auf eine der obigen Arten, durch Kohle, durch Cyankalium und Soda, achtet auch auf den Geruch; ebenso prüft man mit Salpetersäure, mit Silberoxydlösung und HS, auch durch den Marsh'schen Apparat. Dann werden die ausgebrochenen Speisen, der Inhalt des Magens auf Arsenik untersucht, wobei man die organischen Stoffe zerstören muß; man setzt nämlich der Masse in einer Porzellanschale concentrirte Salzsäure zu (so viel wie die zu untersuchende Substanz beträgt), erhitzt im Wasserbade und fügt in kleinen Portionen chlorsaures Kali zu, bis Alles dünnflüssig geworden und der Geruch nach Cl verschwunden ist; darauf wird filtrirt, durch die erhaltene Flüssigkeit gewaschenes HS geleitet, gelinde

erwärmt, und 24 Stunden stehen gelassen, worauf sich Schwefelarsen niederschlägt, das sorgfältig auf dem Filter ausgewaschen wird. Zur Zerstörung noch vorhandener organischer Substanzen wird der ausgewaschene Niederschlag mit concentrirter Salpetersäure übergossen, abgedampft und dann mit salpetersaurem und kohlensaurem Natron im Porzellantiegel geschmolzen, wodurch arsensaures Natron entsteht, das nun der Probe im Marsh'schen Apparate und den anderen Proben unterworfen wird.

Müssen Harn, Blut, die Leber und andere Theile des Körpers auf Arsen untersucht werden, so müssen sie zerkleinert mit Salpetersäure und chlorsaurem Kali behandelt werden, wie oben, oder sie werden mit concentrirter Schwefelsäure gekocht, bis sie kohlig geworden sind; dann wird die Schwefelsäure verjagt, mit Salpetersäure erhitzt, diese wieder vertrieben und in Wasser aufgenommen. Daß alle Reagenzien und alle Apparate absolut rein anzuwenden sind, ist klar, weshalb man vorher das Wasserstoffgas des Marsh'schen Apparates zu prüfen hat, ob ein Beschlag in der Röhre entsteht, ob auf Porzellan Flecken sich erzeugen 2c.

Fragen und Aufgaben zu schriftlicher Ausarbeitung.

a. Arsen verbrennt auf der Kohle vor dem Löthrohre unter Verbreitung eines weißen Rauches; was ist dieser Rauch? — b. In wiefern hat As Aehnlichkeit mit dem P und dem Sb? — c. Warum setzt man dem schmelzenden Glase As_2O_3 zu? — d. Was beweist das Entstehen von Arsenflecken am Porzellan? — e. Warum muß das Porzellan ächt sein? — f. Arseniges Sulfid kann durch Zusammenschmelzen von As und S erzeugt werden; wie viel muß man von jedem Körper nehmen? — g. Arsenigsaures Kali und Kupfervitriol (siehe Nr. 1130 und 1131) zersetzen sich gegenseitig zu Scheel'schem Grün; es soll der chemische Vorgang in einem Schema erläutert werden! — h. Wie kann man As zum Schmelzen bringen?

XXXV. Uran, Uranium, U.

Uran ist nicht sehr häufig. Das wichtigste Erz ist die Pechblende oder 1135
das Uranpecherz, das im Urgebirge in Böhmen und anderen Ländern derb oder eingesprengt mit anderen Erzen vorkommt und wesentlich Uranoxydoxydul ist. Es ist pechartig glänzend, daher der Name.

Um das Metall aus dem Uranpecherz darzustellen, wird es als feines 1136
Pulver mit Salpetersäure digerirt und gelöst; dann dampft man zur Trockne ab und übergießt mit Wasser, das einen ziegelrothen Rückstand läßt von schwefelsaurem Bleioxyd, Eisenoxyd und arseniger Säure. Die abfiltrirte gelbgrüne Flüssigkeit liefert abgedampft salpetersaures Uranoxyd in Krystallen, die umkrystallisirt und in Aether gelöst werden, der reines salpetersaures Uranoxyd

nach dem freiwilligen Verdunsten hinterläßt; die Mutterlauge wird mit HS behandelt, der Arsen, Kupfer und Blei abscheidet; sie liefert abgedampft noch Krystalle.

Aus der Lösung des erhaltenen salpetersauren Uranoxyds wird mit Oxalsäure oxalsaures Uranoxyd niedergeschlagen, mit kochendem Wasser gewaschen und in einem Strome von H geglüht, wodurch Uranoxydul erhalten wird als zimmtbraunes schwärzliches Pulver, das bei Luftzutritt zu Uranoxyduloxyd sich oxydirt; dies wird, innig mit $^1/_8$ Kohlenpulver gemengt, in einer Glasröhre aus schwer schmelzbarem Glase geglüht und trocknes Cl übergeleitet, wodurch an den kälteren Stellen der Röhre sich Uranchlorür in schwarzgrauen Krystallen ansetzt. Diese werden endlich zur Darstellung des Uranmetalls mit $^1/_2$ Thl. K in abwechselnden Schichten im Platintiegel mit übergebundenem Deckel auf der Spirituslampe mit doppeltem Luftzuge erhitzt, wobei der Tiegel durch die kräftige Oxydation Weißglühhitze annimmt. Nach dem Behandeln mit Wasser, um Chlorkalium zu entfernen, bleibt das Uranmetall als ein schwarzes Pulver. An der Luft erhitzt, verbrennt es mit starkem Glanz zu dunkelgrünem Oxyd. Mit Cl bildet es unter Licht- und Wärmeentwickelung Chlorür.

Verbindungen mit O.

a. Uranoxydul, UO.

1137 Das oxalsaure Uranoxyd, ein gelbes Pulver, giebt durch Glühen im H das UO als braunschwarzes Pulver; bei Luftzutritt verglimmt es leicht zu Oxydoxydul, weshalb man das UO im H erkalten läßt und die Reductionsröhre an beiden Seiten zuschmilzt. Fällt man das salpetersaure Uranoxyd mit Aetzammoniak und löst den Niederschlag in einer concentrirten Lösung von kohlensaurem Ammoniak bei gelinder Wärme und läßt stehen, so erzeugen sich schwefelgelbe, glänzende Krystalle von kohlensaurem Uranoxydammoniak.

Wird dies Doppelsalz in HCl gelöst, im Ueberschuß Kochsalz und Salmiak zugesetzt, zur Trockne abgedampft und im bedeckten Tiegel erhitzt bis zum Schmelzen des Kochsalzes, so bleibt nach dem Aussüßen mit Wasser das UO als schwärzliches Pulver.

b. Uranoxyd, U_2O_3.

1138 Wird salpetersaures Uranoxyd getrocknet und in einem Reagenzrohre im Oelbade auf 250° C. erhitzt, bis keine Dämpfe mehr entweichen, so bleibt gelbrothes U_2O_3. Wird salpetersaures Uranoxyd in wasserfreiem Alkohol gelöst und abgedampft (nicht gekocht), so bleibt eine orangefarbige, aufgequollene Masse, die beim Behandeln mit Wasser Uranoxydhydrat, U_2O_3, HO, als gelbes Pulver hinterläßt. Erhitzt, verwandelt es sich in grünes Oxyduloxyd. Mit starken Basen giebt U_2O_3 Salze, also kann es als Base und als Säure auftreten; U_2O_3 kann also nicht mit KO, NaO 2c. gefällt werden, es ent-

stehen uransaure Salze, die man in der Porzellanmalerei benutzt, indem sie Glasflüsse grüngelb opalisirend färben; ebenso färbt das U_2O_3 für sich.

c. Uranoxydoxydul, UO, U_2O_3.

Es entsteht durch Glühen von oxalsaurem und salpetersaurem Uranoxyd als grünes Pulver. Es wird von concentrirter Schwefelsäure oder Salzsäure unverändert aufgenommen, und daraus durch Aetzammoniak als graugrünes Oxydoxydulhydrat gefällt. UO, U_2O_3 wird als schwarze Farbe unter der Glasur gebraucht. 1139

Verbindung mit S.

Schwefelammon fällt aus den Salzen schwarzes Schwefeluran; entsteht auch durch Zusammenschmelzen von U und S. 1140

Verbindungen mit den Halogenen.

Uranchlorür, UCl.

Es wird erhalten durch Erhitzen eines Gemenges von UO, U_2O_3 und $^1/_8$ Kohlenpulver in der Glasröhre, während trocknes Cl darüberstreicht, als schwarzgrüne, glänzende, sehr zerfließliche Krystalle, die mit Wasser eine tiefgrüne Auflösung bilden. Durch Erhitzen von UCl in einem Strome von H entsteht ein brauner Körper, U_4Cl_3, der sich in Wasser purpurroth löst. 1141

Sauerstoffsalze.

Schwefelsaures Uranoxydul, UO, SO_3, entsteht durch Lösung von UO oder UO, U_2O_3 in Schwefelsäure in grünen Krystallen. 1142

Salpetersaures Uranoxyd, $U_2O_3, NO_5 + 6HO$, aus der Pechblende erhalten (siehe Nr. 1136) als grüne, zerfließliche Krystalle.

Oxalsaures Uranoxyd, $U_2O_3, C_2O_3 + 3HO$, bildet grüne Krystalle.

Die Uranoxydulsalze sind meist grün und geben grüne Lösungen, aus denen ätzende Alkalien und Aetzammoniak rothbraunes Hydrat fällen. Schwefelammon fällt schwarzes Schwefeluran. Salpetersäure und Chlor führen die Oxydulsalze leicht in Oxydsalze über. Die Oxydsalze sind gelb; Aetzammoniak fällt daraus gelbes Hydrat. Oxalsaures Kali fällt gelbes oxalsaures Uranoxyd. 1143

XXXVI. Tellur, Tellurium, Te.

Das Tellur ist ein seltenes Metall; es findet sich meist in Verbindung mit anderen Metallen, so zu Schemnitz in Ungarn, als Tellurwismuth; 1144

auch anderwärts als Blättererz (mit Gold), als Tellursilber, Tellurblei. Um es aus dem Tellurwismuth darzustellen, wird das Pulver mit verkohltem Weinstein im Tiegel geglüht (wodurch Tellurkalium entsteht und Bi ausgeschieden wird), dann mit luftfreiem Wasser gewaschen; Bi bleibt im Filter und die durchgelaufene weinrothe Flüssigkeit setzt nach einigen Tagen ein graues Metallpulver ab, Te, das noch im rothglühenden Porzellanrohr, während trocknes H darüber streicht, von den anhängenden Metallen durch Destillation gereinigt wird.

1145 Te ist ein silberweißes Metall, sehr glänzend, spröde, vom specif. Gewicht = 6,3. Es krystallisirt leicht in Rhomboëdern.

An der Luft erhitzt, verbrennt es mit blauer, grüngesäumter Flamme, indem es einen dicken Rauch von telluriger Säure, TeO_2, ausstößt. Es steht in seinem chemischen Verhalten dem S und dem Se nahe, löst sich auch wie diese in Kalihydrat. Concentrirte Schwefelsäure und Salpetersäure oxydiren es zu TeO_2.

Verbindungen mit O.

a. Die tellurige Säure, Telluroxyd, TeO_2.

1146 Das Hydrat der Säure wird als weißes Pulver von bitterm Geschmack erhalten, wenn man Te in Salpetersäure löst und die Lösung sogleich in Wasser giebt; aus der erwärmten Lösung setzt sich die wasserfreie Säure körnig ab; auch beim Trocknen des Hydrats erhält man die wasserfreie Säure. Sie schmeckt unangenehm metallisch, wird beim Erhitzen vorübergehend gelb, schmilzt zur gelben, wieder weiß werdenden krystallinischen Masse. Sie bildet auch tellurigsaure Salze.

b. Die Tellursäure, TeO_3.

1147 TeO_2 wird mit KO, CO_2 oder NaO, CO_2 geschmolzen, in Wasser gelöst und Kalihydrat zugesetzt; dann wird durch diese Lösung Cl bis zur Sättigung geleitet, mit Aetzammoniak übersättigt und mit Chlorbarium tellursaurer Baryt gefällt, der mit Schwefelsäure zerlegt wird. Aus der Auflösung krystallisirt $TeO_3 + 3\,HO$ in großen, metallisch schmeckenden Krystallen, die etwas über 100° C. erhitzt, das Wasser entlassen und eine schön pomeranzengelbe Masse bilden. TeO_3 bildet auch tellursaure Salze.

Verbindungen mit H und mit S.

1148 Te bildet mit H das Tellurwasserstoffgas, TeH, das entsteht, wenn man Tellurzink oder Tellurzinn (durch Zusammenschmelzen der Metalle) mit Salzsäure übergießt, als farbloses Gas, das ganz dem HS gleicht, auch genau wie dasselbe riecht. Es wirkt giftig.

1149 Mit S läßt sich Te in jedem Verhältnisse zusammenschmelzen; HS schlägt aus einer Auflösung von TeO_2 das tellurige Sulfid braun nieder, TeS_2.

Verbindungen mit den Halogenen.

Das Tellurchlorid, $TeCl_2$, entsteht durch Erhitzen von Te in Cl als 1150
hellgelbe, krystallisirende Flüssigkeit; die Krystalle zerfließen. Das Tellurchlorür, TeCl, wird erhalten durch Destillation von $TeCl_2$ mit Te, als schwarze, mit purpurfarbigem Dampfe durch Wärme sich verflüchtigende Masse.

XXXVII. Wolfram, Wolframium, W.

Das Wolfram gehört zu den selteneren Metallen; es findet sich besonders 1151
in zwei Mineralen, dem Tungstein, wolframsauren Kalk, und dem Wolfram, das sich in Böhmen, am Harz, in Frankreich findet, von schwarzer Farbe und Metallglanz, das Eisen und Mangan enthält.

Um das Metall darzustellen, wird Wolfram als feines Pulver mit Kö- 1152
nigswasser digerirt, wodurch Fe und Mn gelöst werden; die unreine Wolframsäure bleibt. Das Filtrat wird gewaschen, mit Aetzammoniak übergossen, wodurch sich wolframsaures Ammoniak in Krystallen bildet; beim Erhitzen dieses Salzes bleibt Wolframsäure, die, in einem Glasrohr in H geglüht, das Wolframmetall als dunkelgraues Pulver hinterläßt. Im Kohlentiegel im Gebläsefeuer erhält man daraus W als gesinterte, harte, spröde Metallmasse, vom Glanz und der Farbe des Eisens, vom specif. Gewicht = 17,6. Bei Rothglühhitze verbrennt das Metall zu Wolframsäure.

Verbindungen mit O.

a. Wolframsäure, WO_3.

Sie entsteht durch Erhitzen des wolframsauren Ammoniaks als gelbe, beim 1153
Erhitzen dunkler werdende Masse, die in Wasser und Säuren unlöslich ist. Mit den Alkalien zusammengeschmolzen, liefert sie in Wasser lösliche Salze.

b. Wolframoxyd, WO_2.

Es entsteht, wenn man WO_3 in H schwach rothglüht, als braunes Pul- 1154
ver. Es bildet sich in kupferrothen Krystallblättchen, wenn man WO_3 in HCl löst und Zink hineinlegt; wird durch Glühen an der Luft WO_3. Wird wolframsaures Ammoniak bei Ausschluß der Luft im Glasrohr erhitzt, so resultirt ein blaues Pulver, wolframsaures Wolframoxyd, das ebenfalls entsteht, wenn man WO_3 vor dem Löthrohre in der innern Flamme in der Phosphorsalzperle erhitzt, dieselbe blau färbend.

Verbindungen mit S.

1155 Das Wolframsulfuret, WS_2, entsteht durch Erhitzen von W mit S, oder durch Erhitzen von 1 Thl. WO_3 mit 6 Thln. Zinnober, als blauschwarzes, weiches Pulver. Wolframsulfid, WS_3, bildet sich als leberbrauner Niederschlag, der ein braunes Pulver giebt, wenn man durch wolframsaures Ammoniak HS bis zur Sättigung durchleitet und HCl zusetzt.

Verbindungen mit den Halogenen.

1156 W verbindet sich direct mit Cl unter Feuererscheinung. Leitet man trocknes Cl über W, so entsteht Wolframchlorid, WCl_2, als Sublimat in rothen Krystallnadeln.

1157 Die WO_3 bildet mit den Alkalien Salze, meist durch Zusammenschmelzen. Löst man 2 Thle. WO_3 in 1 Thl. schmelzendem NaO, CO_2 (im eisernen Tiegel), so erhält man doppelt wolframsaures Natron, $NaO, 2\,WO_3$. Wird dies Salz in einem Strome trocknen Wasserstoffgases erhitzt, so wird es kupferroth bis goldgelb, und nach dem Behandeln mit Wasser bleiben goldgelbe Blättchen und Würfel mit vollkommenem Metallglanz. Diese Würfel entstehen ebenfalls, wenn man in das schmelzende Salz (3 Thle. NaO, CO_2 und 7 Thle. WO_3) Stückchen Zinn einträgt, worauf mit Kalilauge und Salzsäure abwechselnd digerirt wird; zuletzt werden die Krystalle mit Wasser gewaschen.

XXXVIII. Molybdän, Molybdanium, Mo.

1158 Die wichtigsten natürlich vorkommenden Verbindungen des Molybdäns sind das Schwefelmolybdän, Molybdänglanz, Wasserblei, und das Grünbleierz, molybdänsaures Bleioxyd. Das Wasserblei ist bleigrau, glänzend, weich und fettig anzufühlen wie Graphit, es färbt ab, auf Porzellan in grünlichem Strich; es kommt derb und eingesprengt vor im Granit, Quarz 2c. in Sachsen, Böhmen, Schweden. Das Grünbleierz findet sich auf Gängen und Lagern im Quarz.

1159 Aus dem Molybdänglanz wird das Metall auf folgende Art dargestellt: Das Pulver wird mit Königswasser erwärmt, wodurch der S sich zu Schwefelsäure, der Molybdän sich zu Molybdänsäure oxydirt; dann wird zur Trockne abgedampft, der Rückstand mit Aetzammoniak übergossen, welches die Molybdänsäure löst zu molybdänsaurem Ammoniak, das erhitzt Molybdänsäure giebt. Wird diese in H geglüht, so erhält man Mo als graues Pulver, das mit blankem Eisen gerieben etwas Metallglanz annimmt.

Im Kohlentiegel im Gebläsefeuer kann man es in kleinen geschmolzenen Massen erhalten, von dem Glanze des matten Silbers, vom specif. Gewicht 8,6. An der Luft erhitzt, verbrennt es zu Molybdänsäure; Salpetersäure greift es heftig an und es entsteht Molybdänsäure. 1160

Verbindungen mit O.

a. Molybdänoxydul, MoO.

Wird in kochende Kalilauge solange Molybdänsäure, MoO_3 (erhalten 1161
durch Erhitzen des molybdänsauren Ammoniaks, siehe Nr. 1159), eingetragen, als noch gelöst wird, so erhält man molybdänsaures Kali, $KO, MoO_3 + 3HO$, in Krystallen; wird diese Lösung nun mit HCl versetzt, bis der entstandene Niederschlag sich wieder löst, ein reines Zinkblech hineingelegt und erwärmt, so färbt sie sich blau, dann braunroth, endlich schwarz, indem Chlormolybdän und Chlorzink entsteht. Wird nun Aetzammoniak zugesetzt, bis zur Entfärbung der Flüssigkeit (Chlorzink darf nicht mit gefällt werden), so fällt schwarzes Molybdänoxydulhydrat nieder, das mit ammoniakalischem Wasser, darauf mit reinem Wasser gewaschen, mit Fließpapier rasch gepreßt und im luftleeren Raume getrocknet wird. Im luftleeren Raume geglüht, liefert es ein pechschwarzes Pulver, MoO.

b. Molybdänoxyd, MoO_2.

Wird molybdänsaures Ammoniak im bedeckten Tiegel erhitzt, so erhält 1162
man metallglänzende, braune, kupferartige Krystallschuppen von MoO_2. Sein Hydrat ist rostfarbig wie Eisenoxydhydrat und entsteht, wenn man MoO_3 in HCl löst und die Lösung mit Kupfer digerirt; aus der dunkelrothen Lösung schlägt Aetzammoniak das Hydrat nieder. Säuren lösen es zu rothen Salzlösungen.

c. Molybdänsäure, MoO_3.

Sie wird als weiße, lockere Masse erhalten durch Erhitzen (bei Luftzutritt) 1163
des molybdänsauren Ammoniaks; sie zertheilt sich in Wasser zu weißen Krystallflittern, die ebenfalls durch Sublimation entstehen. Vor dem Glühen ist sie löslich in Säuren.

Verbindungen mit S.

Das Zweifach-Schwefelmolybdän, MoS_2, ist der Molybdänglanz. 1164
Dreifach-Schwefelmolybdän, MoS_3, entsteht, wenn man HS in die Lösung eines molybdänsauren Salzes leitet, dem man HCl zugesetzt hat; es ist ein dunkelbrauner Niederschlag.

Verbindungen mit Halogenen.

1165 Molybdänchlorür, MoCl, entsteht durch Behandlung des Molybdänoxydhydrats mit HCl als dunkelrothe Auflösung, die nach dem Verdampfen eine schwarze Masse hinterläßt.

Molybdänchlorid, $MoCl_2$, wird erhalten durch Erhitzen des Metalls in Cl als rauchendes rothes Gas, das schwarze, metallglänzende Krystalle ansetzt.

1166 Die molybdänsauren Salze sind meist farblos; die Salze der Alkalien sind in Wasser löslich, die der anderen Basen schwer löslich oder unlöslich. Die Molybdänverbindungen färben die Phosphorsalzperle vor dem Löthrohre in der innern Flamme schön grün.

XXXIX. Vanad, Vanadium, V.

1167 Das Vanad ist ein sehr seltenes Metall, das meist in Eisenerzen vorkommt, besonders in Schweden. Als sehr seltenes Mineral kommt das vanadsaure Bleioxyd vor, in weißlichen oder bräunlichen Krystallen. Diese werden in Salpetersäure gelöst, aus der verdünnten Lösung das Blei durch HS entfernt, die blaue Lösung zur Trockne abgedampft und erhitzt, wo dann Vanadsäure bleibt, die man in Aetzammoniak zu vanadsaurem Ammoniak löst; dieses Salz liefert erhitzt reine Vanadsäure als rothbraunes Pulver. Dieses Pulver wird mit gleichviel K im bedeckten Porzellantiegel erhitzt und ausgewaschen, wonach das V als schwarzes schimmerndes Pulver bleibt. Es verbrennt, an der Luft erhitzt, zu Oxyd.

Verbindungen mit O.

1168 Das Vanadoxydul, VO, ist ein schwarzes Pulver, das durch Desoxydation der Säure in H gewonnen wird. Das Vanadoxyd, VO_2, erhält man als schwarzes Pulver, indem man 19 Thle. VO mit 23 Thln. Vanadsäure mengt und in einem Strome CO_2 erhitzt. Es verbindet sich mit Säuren und Basen zu Salzen, die meist in Lösung blau (namentlich das schwefelsaure Vanadoxyd), wasserfrei braun und grün sind; in den Lösungen erzeugt KO oder KO, CO_2 einen grauweißen Niederschlag von Oxydhydrat.

Die Vanadsäure, VO_3, ist ein braunschwarzes Pulver, erhalten durch Erhitzen des vanadsauren Ammoniaks (siehe Nr. 1167); sie erstarrt geschmolzen zur rothen Krystallmasse. Sie bildet mit den Basen Salze, die meist in Wasser löslich sind.

Verbindungen mit S.

1169 Zweifach-Schwefelvanad, VS_2, erhält man durch Erhitzen von VO_2 in HS als schwarzes Pulver. Das Dreifach-Schwefelvanad, VS_3, entsteht durch Fällung einer sauren Lösung von VO_3 mit Schwefelammon als brauner Niederschlag.

Verbindungen mit den Halogenen.

Vanadchlorür, VCl_2, entsteht durch Erhitzen der VO_3 in HCl, wobei sich Cl entwickelt; die Lösung ist schön blau. 1170

Vanadchlorid, VCl_3, wird erhalten durch Glühen eines Gemenges von VO_3 mit Kohle in Chlorgas; die Dämpfe verdichten sich zur gelben rauchenden Flüssigkeit.

Das saure vanadsaure Kali, $KO, 2\,VO_3 + 3\,HO$, krystallisirt in gelben Blättern; das saure vanadsaure Natron, $NaO, 2\,VO_3 + 3\,HO$, krystallisirt in schönen, orangerothen Krystallen. 1171

XXXX. Kupfer, Cuprum, Cu.

Das Kupfer kommt gediegen vor in baumförmigen Gruppen, oft in Octaëdern, wird aber immer aus den Erzen gewonnen, von denen die bedeutendsten folgende sind: 1172

Das Rothkupfererz, Kupferoxydul, roth, theils derb, theils eingesprengt, besonders in Peru, Chili, Australien; die Kupferlasur, blau, hauptsächlich in Sibirien und Cornwallis; der Malachit, schön grün, besonders schön am Ural, so daß man ihn zu Gefäßen, Uhrgehäusen, Ornamenten ꝛc. verarbeitet. Kupferlasur und Malachit sind kohlensaures Kupferoxyd und Kupferoxydhydrat; sie kommen krystallinisch vor, derb, die Lasur auch erdig. Der Kupferglanz, Schwefelkupfer, schwärzlich blaugrün; das Buntkupfererz, braunroth, bunt angelaufen, und der Kupferkies, messinggelb; beide, Verbindungen von Schwefelkupfer und Schwefeleisen, kommen krystallisirt, derb, tropfsteinartig vor. Der Kupferkies dient in Europa fast einzig zum Verschmelzen. Der Kupferschiefer, ein bituminöser Thonschiefer mit Schwefelkupfer, Schwefeleisen (Silber), ist braunschwarz, oft mit Abdrücken von Pflanzen und Thieren, besonders in Sachsen und Thüringen.

Die Schwefelkupfer enthaltenden Erze finden sich im Ur- und Uebergangsgebirge; die anderen, besonders der Kupferschiefer, auch im jüngern Gebirge.

Die Gewinnung des Cu aus den Sauerstoffverbindungen wie aus dem Rothkupfererz ꝛc. geschieht in Schachtöfen mit Kohlen und einem Zuschlag zur Schlackenbildung (mit der Gangart); das erhaltene sogenannte Schwarzkupfer enthält noch geringe Mengen von S, Fe und anderen Metallen, von denen es in einem Ofen, der einem Treibheerde gleicht, durch Schmelzen vor einem Strome Luft befreit wird, indem so S und die anderen Metalle sich oxydiren. Man nennt diesen Prozeß das Gaarmachen des Schwarzkupfers. 1173

1174 Viel umständlicher ist die Gewinnung des Cu aus den Schwefelverbindungen, wie Kupferkies ꝛc. Sie werden zuerst wiederholt geröstet, um viel S zu verbrennen und Schwefelkies in Oxyd überzuführen; darauf wird das geröstete Erz mit Kohlen, Schlacken und anderen kieselhaltigen Flußmitteln in Oefen geschmolzen, wobei das durch Rösten gebildete Kupferoxyd seinen O an das Eisen, wogegen das Schwefeleisen seinen S an das Cu abgiebt; das Eisen kann nun als FeO in die Schlacke gehen, während Schwefelkupfer sich bildet und ein Gemenge von Schwefelkupfer mit viel weniger Schwefeleisen bleibt, der Kupferstein. Durch wiederholtes Rösten und Schmelzen mit kieseliger Schlacke geht immer mehr Eisen in dieselben, bis man endlich ein unreines, zum Theil oxydirtes Cu erhält, Schwarzkupfer, das dann noch gaar gemacht wird.

Der Kupferschiefer, mit eingesprengtem Kupferkies, wird in Haufen mit Holz geröstet, brennt aber bald vermöge seines Gehaltes an Bitumen und Schwefel von selbst fort; die Metalle und S oxydiren sich und der Schiefer wird gelb.

Mit Flußspath und Schlacke von früheren Schmelzungen wird das geröstete Erz mit Coaks in 16 bis 20 Fuß hohen Schachtöfen (Krummöfen) geschmolzen. In Fig. 103 ist die Vorderansicht des Ofens ohne Ofenbrust dargestellt, in Fig. 104 der Durchschnitt. *A* ist der Schacht; durch *tt* treten die

Fig. 103.

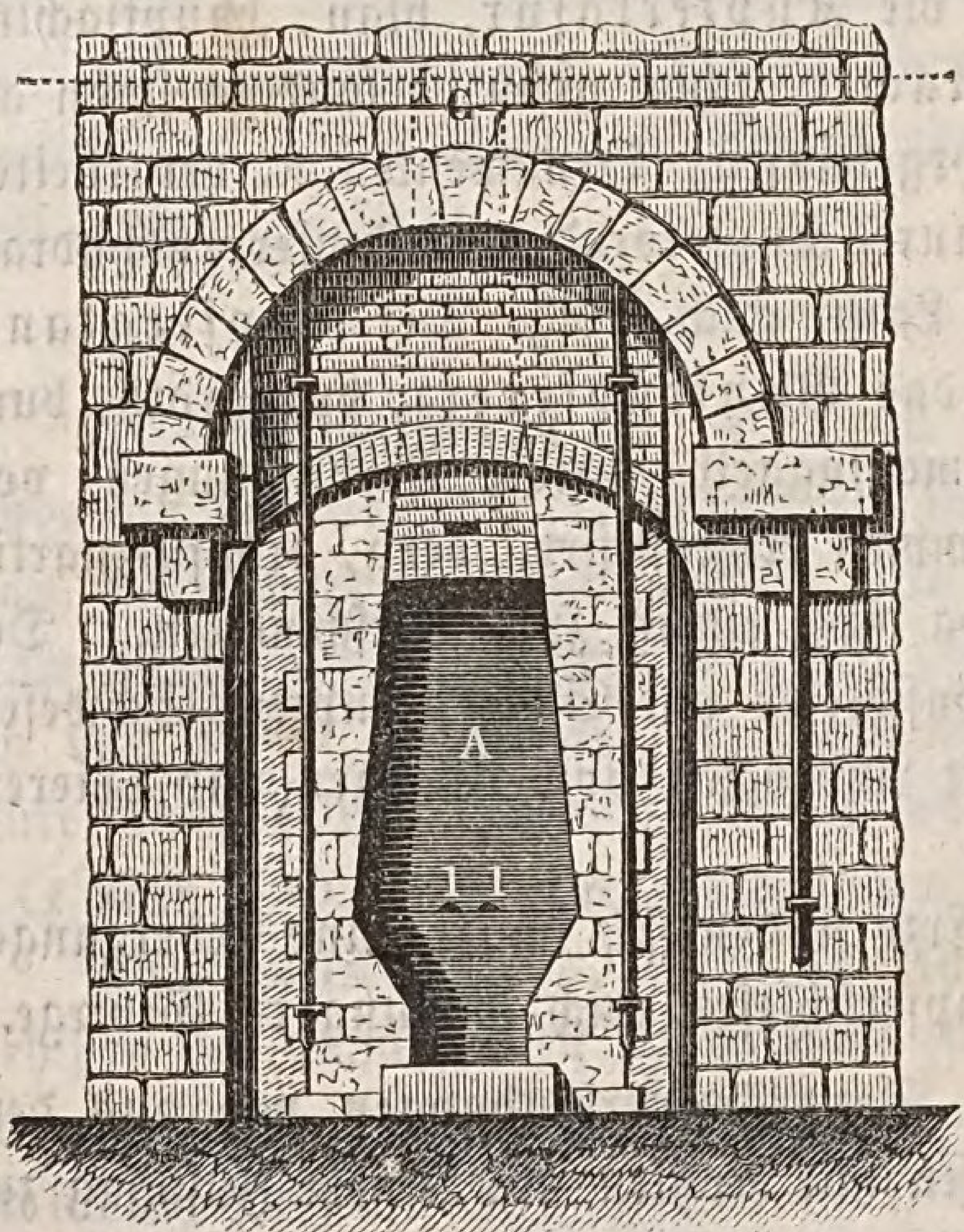
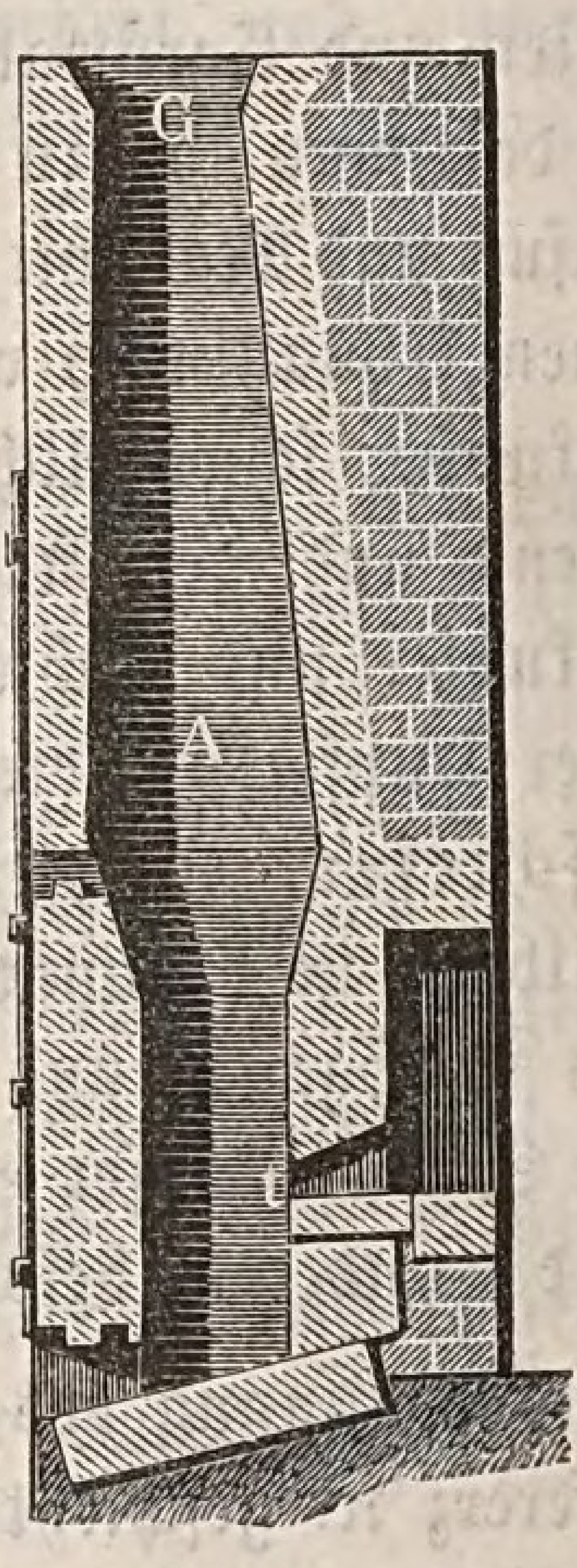


Fig. 104.



Düsen von zwei Gebläsen ein. Die Ofenbrust hat zwei Oeffnungen, von denen Rillen in zwei Vortiegel die flüssigen Schmelzproducte führen. 40 bis 50 Fuß hohe Kamine führen die Gase, namentlich SO_2, in höhere Luftregionen. Wenn der eine Tiegel mit Stein und Schlacke gefüllt ist, so wird der andere geöffnet. Die Tiegel werden gleich entleert, die glasigen Schlacken

zu Ziegeln geformt und der Stein in Scheiben abgehoben, wie er (an der Oberfläche) erstarrt. Enthält der Stein nun 20 bis 30 Proc. Cu, so wird er noch dreimal nacheinander über Holzhaufen geröstet und von Neuem mit reicher Schlacke geschmolzen, wodurch er immer reicher an Cu wird. Der reiche, 50 bis 60 Proc. Cu enthaltende Stein wird in Röststadeln, kleinen, an drei Seiten mit Mauern umgebenen Räumen 6 Mal nach einander geröstet, wobei man das sich bildende schwefelsaure Kupferoxyd durch Auslaugen gewinnt und in Bleikesseln zum Krystallisiren bringt. Der geröstete Stein gelangt nun wieder in einen kleinen Schachtofen, worin er mit Schlacken geschmolzen wird; man erhält Schwarzkupfer, einen sehr kupferreichen Stein, und Schlacken. Der Stein wird wieder verarbeitet, das Schwarzkupfer aber in Scheiben abgehoben, indem man die Oberfläche durch aufgesprengtes Wasser rasch zum Erkalten bringt.

Das Schwarzkupfer wird jetzt im Gaarofen gaar gemacht, in welchem 1175
durch Oxydation die fremden Metalle (Fe, Pb, Zn 2c.), die es noch enthält, so wie der etwa zurückgebliebene S, entfernt werden. Der Ofen besteht aus einem halbkugeligen Heerde, in den eine Düse reicht, und der mit Schlackenabfluß versehen ist; der Heerd wird mit Kohlen gefüllt, das Schwarzkupfer darauf gelegt und der Wind angelassen; das schmelzende Schwarzkupfer stößt Rauch aus von Antimonoxyd und SO_2, die erst grünen Schlacken (FeO) werden nach und nach roth von Kupferoxydul. Ist die Gaare erreicht, welche man durch Probeziehen bestimmt, so werden die Kohlen und die Schlacken entfernt, auf das geschmolzene Cu Wasser gegossen, die erstarrte Decke als Rosette abgehoben, Rosettenkupfer, bis alles Cu so gewonnen ist; der Verlust durch dies Verfahren beträgt 25 Proc.

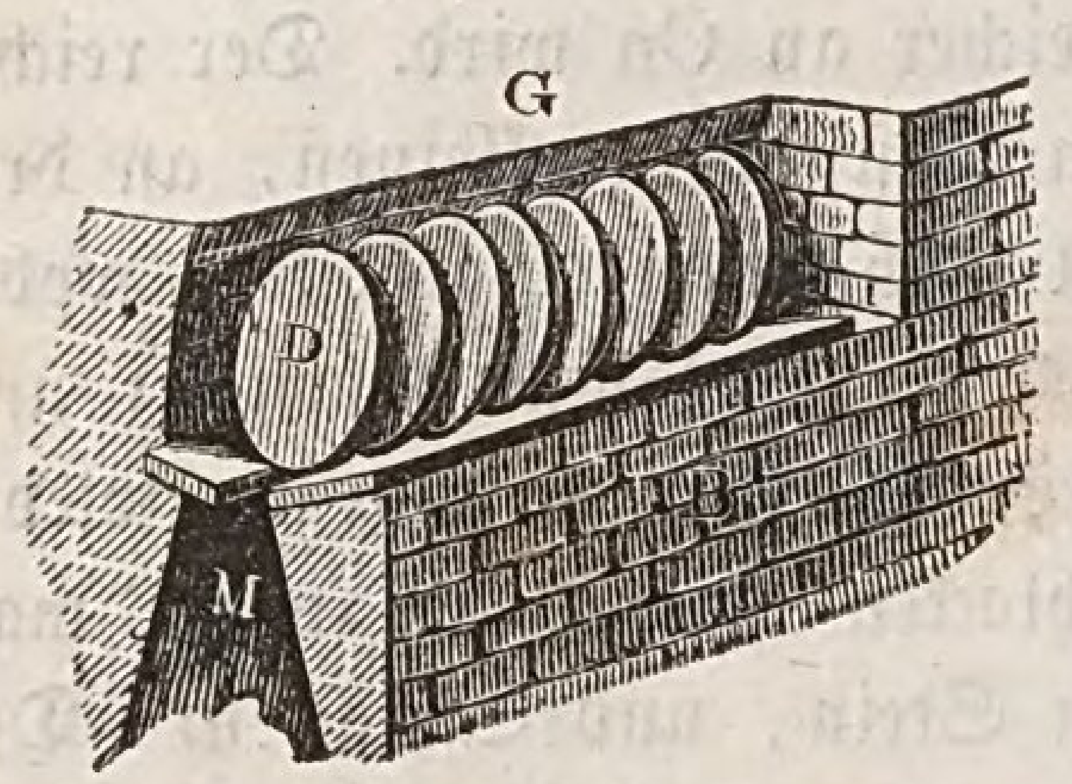
Man macht das Schwarzkupfer auch wohl in Flammöfen gaar, die einem Treibheerde gleichen, und gewöhnlich zwei Düsen haben; es werden S, Pb und Fe zuerst oxydirt und in den Schlacken entfernt. Dann bildet sich eine rothe Schlacke, die reich an Cu_2O ist. Das gaare Cu fließt in zwei Tiegel vor dem Ofen, in denen das Metall als Rosettenkupfer abgehoben wird.

Bei dem Gaarmachen des Cu entsteht viel Cu_2O, das sich im schmelzenden Metall löst. Vermöge dieses Gehaltes an Kupferoxydul ist das Cu noch nicht sehr dehnbar; um es nun vollkommen geschmeidig zu machen, daß man es schneiden und walzen kann, wird es hammergaar gemacht, d. h. von Cu_2O befreit. Das Gaarkupfer, die Rosetten, werden in einem kleinen Ofen umgeschmolzen und das geschmolzene Metall mit kleinen Kohlen bedeckt, auch wohl mit grünen Holzstangen durchgearbeitet, bis alles Kupferoxydul reducirt ist, worauf das Metall in Barren oder Platten ausgegossen wird.

Enthalten die Erze Silber, so daß das Schwarzkupfer wenigstens $^1/_4$ Proc. 1176
Ag zeigt, so kann dies gewonnen werden durch Saigerung. Man schmilzt nämlich in einem kleinen Ofen 3 Thle. Schwarzkupfer mit 10 bis 12 Thln. (silberhaltigem) Blei zusammen, und formt Scheiben in gußeisernen Formen,

Frisch- oder Saigerstücke *D*, s. Fig. 105. Diese werden in einer Art Ofen auf zwei langen, gegeneinander geneigten Platten von Gußeisen, die zwischen sich einen Spalt lassen, senkrecht aufgestellt, indem man Holzkohlen zwischen die Frischstücke schüttet und entzündet; kleine Schornsteine befördern den Zug; *M* ist die Feuerung. Das Blei saigert dann, mit dem Ag verbunden, ab, und fließt in einen Tiegel; die Saigerstücke bleiben als schwammige Masse, Kienstöcke, zurück; sie werden noch einmal im Darrofen, worin sie auf Rinnen ruhen, größerer Hitze ausgesetzt, wobei das Blei meist als silberhaltige Glätte gewonnen wird; das Ag wird aus dem Pb durch Abtreiben gewonnen.

Fig. 105.



Die Darrlinge, d. h. das Kupfer, das aus dem Darrofen kommt, werden auf dem Gaarheerde gaar gemacht. Dieser Ofen hat einen flach gewölbten Heerd, auf dessen Sohle die Darrlinge mit der Flamme eines Holzkohlenfeuers erhitzt werden; ist das Metall geschmolzen, so läßt man den Wind zweier Blasebälge darauf blasen, wodurch S, Pb und Fe zugleich oxydirt und in die entstehende Schlacke geführt werden. Sobald sich rothe Schlacke bildet, ist das Cu gaar, und wird nun in zwei Tiegel abgelassen, wo es zu Rosetten abgehoben wird, welche noch hammergaar gemacht werden, wie wir vorher sahen.

1177 In England, das mehr als die Hälfte alles Kupfers in den Handel liefert, werden die ärmsten Erze in einem großen Flammofen geröstet, dessen Sohle 22 Fuß lang und ebenso breit ist, und dessen Gewölbe sich rasch zum Schornstein hinsenkt; das Gewölbe ist mit zwei Fülltrichtern durchbohrt, welche die zu röstenden Erze enthalten; vier Arbeitsthüren führen auf den Heerd; andere Oeffnungen sind in der Sohle, durch welche das geröstete Erz in einen unteren Raum gelangt.

Die Feuerung sendet eine lange Flamme über das Erz, das alle zwei Stunden umgekrückt wird. Nach 12stündiger Röstung wird das Erz durch die Sohlenlöcher entfernt, die Fülltrichter werden geöffnet, und neues Erz fällt zur neuen Röstung auf die Sohle. Darauf gelangt das Erz, mit reichen Schlacken gemengt, in einen Flammofen, worin es mit rohem, nicht geröstetem reichen Erze und etwas Flußspath geschmolzen wird. In vier Stunden fällt ein Stein von Schwefelkupfer, der nur noch wenig Eisen enthält; er fließt in Wasser, wo er sich in feine Körner zertheilt. Er wird in diesem gekörnten Zustande wieder 36 Stunden lang geröstet, dann wieder geschmolzen, mit noch reicheren Erzen und reichen Schlacken gemengt und bei gesteigerter Hitze in einem Ofen nochmals geschmolzen; es ergiebt sich ein weiß gefärbter Stein, weißer Stein, der 75 Proc. Cu enthält. Zur Entfernung des Schwefels und fremder Metalle wird dieser Stein, in Platten geformt, auf der Sohle eines Flammofens aufgeschichtet und langsam zur breiigen

Masse geschmolzen, die vom entweichenden und verbrennenden Schwefel aufwallt, was etwa 10 Stunden anhält, worauf stärkeres Feuer gegeben wird. Nach etwa 18 Stunden ist der S verbrannt; nach weiterem sechsstündigen stärkeren Erhitzen wird aller Schaum abgezogen und das Metall in Formen abgelassen; endlich wird es noch gaar und hammergaar gemacht.

Das Kupfer kann durch den galvanischen Strom zum Krystallisiren ge- 1178
bracht werden; auch, wie das Wismuth, durch Schmelzen, Abgießen ꝛc. Chemisch reines Kupfer erhält man durch Reduction des Kupferoxyds im Wasserstoffgase (s. H) als rothes Pulver.

Cu ist sehr geschmeidig und sehr zähe, vom specif. Gewicht = 8,7 bis 1179
9,9; es läßt sich zu sehr dünnen Blättchen ausschlagen und zu sehr dünnen Drähten ausziehen. Gerieben nimmt es einen unangenehmen Geruch an. Es schmilzt bei Rothglühhitze, schwerer als Silber; in der Weißglühhitze entwickelt es Dämpfe, die mit grüner Flamme brennen. Salpetersäure wirkt schon bei gewöhnlicher Temperatur heftig auf Cu ein und löst es unter Entwickelung von NO_2 (s. die Säuren des Stickstoffs). Schwefelsäure löst es in der Wärme unter Entwickelung von SO_2 (s. die Säuren des Schwefels). Salzsäure wirkt schwer ein, und nur, wenn der O der Luft zugleich einwirkt.

Die Anwendung des Cu in der Technik und in der Haushaltung ist 1180
mannigfach; man macht Kessel, Pfannen, Destillirblasen u. dgl. daraus; zum Gusse wird es wenig gebraucht, da es während des Schmelzens Luft absorbirt, wodurch nach dem Erkalten die Gußstücke undicht und blasig werden. Seeschiffe und Dächer beschlägt man mit gewalztem Kupferblech, da es durch die oxydirende Wirkung der Luft viel weniger leidet, als Eisen, und mit grünem Ueberzuge sich bedeckt (kohlensaures Kupferoxydhydrat), der aber das Cu vor weiterer Oxydation schützt. Kochgeschirre werden inwendig verzinnt, da beim Erkalten von besonders sauren (eingemachten) Speisen in nicht inwendig verzinnten Gefäßen sich Kupfersalze erzeugen, die der Gesundheit sehr schädlich sind; ebenso erzeugen sich durch Fette und Oel Kupfersalze. Kupfer wird auch viel gebraucht zu Kupferstichplatten und Druckwalzen, zu Münzen, Geräthen, Zierrathen, Schmucksachen, die leicht vergoldet werden.

Wird blankes Eisen in eine Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd ge- 1181
taucht, so überzieht es sich mit einer Kupferhaut. Läßt man ein Stück Eisen in einer solchen Lösung eine Zeit lang liegen, so schlägt es nach und nach alles Cu auf sich nieder, und die vorher blaue Flüssigkeit ist grünlich geworden, sie enthält kein schwefelsaures Kupferoxyd mehr, sondern FeO, SO_3. Oft enthalten die Gewässer der Kupferbergwerke (auch Wasch- und Schlämmwässer) viel schwefelsaures Kupferoxyd; man gewinnt daraus das Cu, indem man in dieselben Eisenbarren und Eisenabfälle legt; das Cu fällt als krystallinisches Metallpulver nieder und heißt Cementkupfer.

Die Reduction des Cu aus den Kupfersalzen gelingt auch noch mit Zinn 1182
und Zink; man kocht eine concentrirte Lösung von Kupfervitriol mit Zinn-

oder Zinkstückchen, wobei sich Cu in Pulverform ausscheidet; dies wird mit sehr verdünnter Schwefelsäure ausgekocht, mit Wasser gewaschen und rasch getrocknet.

1183 Durch den galvanischen Strom (der auch seine Rolle spielt in den unter den vorigen beiden Nummern aufgeführten Erscheinungen), kann man Cu in festen Platten aus den Salzen abscheiden.

Die eine Oeffnung eines Lampenglases (auf den Oellampen als Schornstein dienend), oder die weite Mündung einer Flasche, deren Boden man ausgesprengt hat, überbinde man mit feuchter Thierblase und lege um das Glas einen starken Draht oder stecke es durch ein Stück Pappe, so daß es, durch den Draht oder den Pappdeckel gehalten, senkrecht auf dem Rande eines weitern Glases ruht; dieses enthält eine concentrirte Lösung von Kupfervitriol, in die man einige Kupfervitriolkrystalle legt, oder ein Säckchen mit solchen Krystallen aufhängt, wodurch die Lösung concentrirt erhalten wird; das Lampenglas taucht nun etwa bis zur Hälfte mit der verbundenen Oeffnung in die Kupferlösung. In dem Lampenglas liegt auf der Blase ein Stück Zink, an das man einen etwas dicken Kupferdraht gelöthet hat; diesen biegt man so, daß er aus dem Lampenglase sich erhebt, und an der Außenseite desselben herunterlaufend, in die Kupfervitriollösung taucht, wo er sich rechtwinklig abbiegt und unter der Blase einen horizontalen Ring bildet, so daß man darauf eine Münze oder dergleichen legen kann; man kann auch dort ein Stück Kupferblech anlöthen, das die Stelle des Drahtkreises vertritt.

Gießt man nun in das Lampenglas sehr verdünnte Schwefelsäure, so ist eine constante Säule hergestellt, indem die Blase den porösen Thoncylinder ersetzt; der galvanische Strom schlägt Kupfer auf die Münze nieder, und zwar in zusammenhängender Platte, so daß man einen vertieften Abdruck derselben erhält. Oft kann dieser Niederschlag schlecht abgelöst werden, weshalb man wohlthut, die Münze vorher mit einem Läppchen zu reiben, auf das man einige Tropfen Oel gegeben hat; natürlich darf die Münze nur einen Hauch von Oel erhalten, weil sonst die feinen Vertiefungen der Präge mit Oel sich füllten, und der Abdruck schlecht ausfallen würde. Die Theile der Münze, auf welche das Kupfer sich nicht niederschlagen soll, sowie den Draht, so weit er mit Kupferlösung umgeben ist und nicht unmittelbar die Münze berührt, überzieht man mit Wachs. Auf diesen vertieften Abdruck der Präge kann man nun wieder Kupfer niederschlagen lassen, wodurch man endlich einen genauen erhabenen Abdruck der Münze erhält. Man verfährt besser auf folgende Art: Man umgebe die Münze oder Medaille mit einem Papierrande, der 3 bis 4 Linien über die Münze hervorragt, und gieße in diese so gebildete Höhlung eine geschmolzene Mischung von gleichen Theilen Wachs und Stearin; nach dem Erkalten hat man einen sehr schönen vertieften Abdruck der Präge. Um diesen für den galvanischen Strom leitend zu machen, giebt man demselben einen Ueberzug von Graphit, indem man von dem feinen Pulver, das man erhält, wenn man den Graphitkern eines Bleistiftes mit dem Messer fein

schabt, mittelst eines Pinsels auf den Abdruck der Präge verreibt, bis er glänzt. Der Abdruck wird dann mit kleinen feinen Drähten, die man in den Rand eindrückt, an den dicken Draht oder die Kupferplatte unter der Blase befestigt, indem man die Drahtenden umbiegt, immer dafür sorgend, daß Draht oder Platte in leitender Verbindung mit dem Graphitüberzug des Modells steht. In einigen Tagen hat sich ein schöner Abdruck gebildet, der nun erhaben ist und sich leicht ablösen läßt.

Die Abdrücke werden schöner, wenn man den Strom einer galvanischen 1184
Batterie anwendet. In diesem Falle liegt das Modell auf einer Platte, die horizontal mit dem Zinkpole der Säule in Verbindung steht und in einer Kupfervitriollösung liegt; etwa $1/2$ Zoll über dem Modell, dessen Zeichnung nach oben gekehrt ist, schwebt eine andere ebenso große Kupferplatte, die mit dem Kupferende der Säule in Verbindung steht und ebenfalls eintaucht. Der Strom muß nur ein schwacher sein, damit das Cu sich langsam niederschlägt und dadurch Zusammenhang gewinnt. Auf diese und ähnliche Art verfertigt man mittelst des galvanischen Stroms Nachbildungen von Statuen, Metallspiegeln, Maaßstäben, Medaillen, Typen u. dgl., und hat unter dem Namen Galvanoplastik einen Erwerbszweig daraus gemacht.

Das Cu wird zu vielen Legirungen angewandt, von denen wir das 1185
Neusilber schon kennen gelernt haben. Eine Legirung von 2 Thln. Cu und 1 Thl. Zn bildet das Messing, das eine gelbe (nach dem Verhältniß der Mischung goldgelbe) Farbe hat, sich besser feilen und bearbeiten läßt, als Cu, und an der Luft weniger leicht anläuft, härter ist, und sich weit besser zum Guß eignet; es ist geschmeidig und dehnbar, wird härter durch Walzen und durch Ausglühen wieder biegsam. Man schmilzt Cu und Zn zusammen in Tiegeln aus feuerfestem Thon, die in einem eiförmigen Ofen erhitzt werden, worin sie auf durchbrochenem Gewölbe, das über dem Roste liegt, stehen. Das geschmolzene Messing wird dann in mit Lehm ausgestrichene Formen gegossen, auch wohl in Tafelform zwischen zwei Granitplatten. Wird es weiter verarbeitet, gewalzt oder zu Draht gezogen, so wird es vorher erwärmt. Wird dem Cu viel Zn zugesetzt, so wird es hellgelb bis grauweiß. Tomback, von rother Farbe, besonders zu Schmucksachen angewendet, die vergoldet werden, besteht aus 90 bis 86 Thln. Cu und 10 bis 14 Thln. Zn.

Die Legirungen von Cu und Sn sind sehr zahlreich und sehr verschieden 1186
im äußern Ansehen; Zinn macht das Kupfer härter und dünnflüssiger. Man nennt solche Legirungen im Allgemeinen Bronze, doch auch nach den verschiedenen Anwendungen Glockenspeise, Stückgut, Kanonengut, Spiegelmetall; sie sind härter und spröder als Messing, leichter zu poliren, aber nicht zu strecken und zu hämmern. Kanonengut enthält 9 bis 10 Proc. Sn und ist gelbgrau; Glockenspeise enthält 20 bis 25 Proc. Sn; Bronze für Maschinentheile und Statuen besteht aus 87 bis 64 Proc. Cu, 11 bis 32 Proc. Zn und 2 bis 4 Proc. Sn; — 95 Proc. Cu und 5 Proc. Sn liefern eine goldgelbe Bronze.

Semilor oder Mannheimer Gold ist eine Legirung aus 84 bis 80 Proc. Cu, 10 bis 12 Proc. Zn und 6 bis 8 Proc. Sn. Eine schöne Composition liefern 64 Proc. Cu, 33 Proc. Zn, 2 Proc. Sn und 1 Proc. Pb.

Das Gießen der Kanonen geschieht in Formen von Thon in Gruben; sie werden noch gebohrt.

Kupfer wird entweder mit Zinn verlöthet, oder im Feuer mit Hartloth, Schlagloth, das aus 4 Thln. Cu und 3 Thln. Zn besteht. Messing wird mit Messingloth gelöthet, bestehend aus 6 Thln. Messing und 1 Thl. Zn, auch aus 3 Thln. Cu, 1 Thl. Zn und 1 Thl. Sn.

Verbindungen mit O.

a. Kupferoxydul, Cu_2O.

1187 Erhitzt man ein blankes Stück Kupfer in der Weingeistflamme, so färbt es sich gelbroth, dann violettblau, endlich schwarz; der rothe Ueberzug ist Cu_2O, der schwarze Kupferoxyd. Wird das Kupferstück, wenn es braunroth geworden ist, in Wasser schnell abgelöscht, so bleibt es braunroth von Cu_2O. Diesen Ueberzug erzeugt man oft auf Gefäßen, Theekesseln ꝛc., indem man auf die gut polirte Fläche einen Brei von Colcothar, Fe_2O_3, trägt und vorsichtig erhitzt; die Fläche ist, nach dem Entfernen des Fe_2O_3, hellbraun und wird durch Erwärmen dunkler, bronzirt.

Kleinere Gegenstände von Kupfer werden bronzirt, indem man sie in eine verdünnte kochende Lösung von 2 Thln. Grünspan (essigsaures Kupferoxyd) und 1 Thl. Salmiak in Essig taucht, bis sie gelb geworden sind; nach dem Abspülen in kochendem Wasser werden sie abgerieben.

1188 Wird einer Lösung von gleichen Theilen Kupfervitriol und Stärkezucker (auch Honig oder Milchzucker, den man in der Apotheke findet) so lange Aetzkalilösung zugesetzt, bis der anfangs entstehende Niederschlag sich wieder gelöst hat, dann zum Sieden erhitzt, so fällt ein schön rothes Krystallpulver nieder, das man auswäscht; es ist Cu_2O.

Erhitzt man nicht und setzt die gemischte Lösung in einer Flasche hin, so erhält man nach einiger Zeit rothe Krystalle von Cu_2O.

1189 Wird Cu in Königswasser gelöst, bis zur Krystallisation abgedampft und die grünen Krystalle, Kupferchlorid, in einer Retorte erhitzt, so entweicht anfangs Wasser, dann Cl, und es bleibt eine braune Flüssigkeit, die zur gelbbraunen Masse erstarrt, Kupferchlorür. Wird diese Masse in der Retorte geschmolzen, dann rasch gepulvert und, mit etwas mehr als die Hälfte trocknen NaO, CO_2 gemengt, im bedeckten Tiegel geglüht, so bleibt nach dem Auswaschen des gebildeten $NaCl$ das Cu_2O als geschmolzene, pulvrig blätterige Masse zurück.

Auch Schweinfurter Grün (s. As), mit überschüssigem Aetzkali erhitzt, liefert Cu_2O nach dem Auswaschen des gebildeten arsenigsauren Kalis.

Das Cu_2O ist je nach der Bereitungsart ein mehr oder weniger schön rothes Pulver, oder eine blättrige Masse, die sich nicht an der Luft verändert; es zersetzt sich mit concentrirten Sauerstoffsäuren in Metall und sich lösendes CuO; concentrirte HCl verwandelt es in weißes Chlorür, das sich farblos löst. 1190

Wird Cu_2O in einer luftdicht zu verschließenden ganz gefüllten Flasche mit Aetzammoniak übergossen, so löst es sich zur farblosen Flüssigkeit; gießt man von dieser Flüssigkeit in dünnem Strahle, aus einer Höhe von einigen Fuß, in ein Glas, so wird sie augenblicklich blau, schon bevor sie ins Glas gelangt, in Folge der Bildung von Oxyd, das sich in Aetzammoniak mit schön blauer Farbe löst. Wird die blau gewordene Flüssigkeit wieder in eine Flasche gegeben, ein Streifen Kupfer hineingestellt und verschlossen, so wird sie wieder farblos, weil sich wieder Cu_2O bildet. Die Auflösung des Cu_2O in Aetzammoniak kann zu eudiometrischen Versuchen benutzt werden. 1191

Wird Aetzkalilösung einer Lösung von Kupferchlorür zugesetzt, so fällt Kupferoxydulhydrat als gelbes Pulver nieder, das sich ebenfalls farblos in Aetzammoniak löst. 1192

Cu_2O färbt die Glasflüsse blutroth; dieser Eigenschaft wegen wird es zur Darstellung des rothen Ueberfangglases gebraucht, wie wir beim Glase sahen. Es kommt auch in der Natur derb, in schön rothen Massen vor, oder in schön rothen Krystallen, Rothkupfererz. 1193

b. Kupferoxyd, CuO.

Wird ein Stück Kupfer in der Weingeistflamme stark erhitzt, so wird es endlich schwarz von gebildetem CuO; taucht man, nach längerem Erhitzen, das Kupferstück in kaltes Wasser, so springt das CuO, nach einigen Hammerschlägen ab und man erhält so Kupferhammerschlag, der sich immer beim Glühen und Bearbeiten von Cu erzeugt und unter dem Hammer abspringt. 1194

Wird Cu in Salpetersäure gelöst, die Auflösung filtrirt (salpetersaures Kupferoxyd), zur Trockne abgedampft, und der Rückstand im Tiegel geglüht, bis sich keine Salpetersäure mehr entwickelt, so erhält man CuO als schwarzes Pulver. 1195

Wird eine Lösung von Kupfervitriol mit Sodalösung versetzt, so fällt ein blauer voluminöser Niederschlag, kohlensaures Kupferoxyd mit Kupferoxydhydrat; wird dieser mit heißem Wasser ausgewaschen, getrocknet und geglüht, so erhält man ebenfalls CuO. 1196

Giebt man zu einer Kupfervitriollösung Aetzkalilösung, so fällt ein grünes bläuliches Pulver nieder, Kupferoxydhydrat, CuO, HO; kocht man, so giebt das Hydrat sein Wasser ab und man erhält CuO als schwarzes Pulver, das man gut auswäscht. 1197

Wird der Niederschlag von CuO, HO mit Leim versetzt, so bildet es eine blaue Anstrichfarbe, Bremerblau, die mit Oel eine grüne Farbe liefert.

1198 Wird CuO mit Aetzammoniak übergossen, so entsteht, besonders wenn man einige Tropfen einer Säure oder etwas kohlensaures Ammoniak zusetzt, eine dunkel lasurblaue Flüssigkeit, Kupferoxydammoniak. Wegen dieser Eigenschaft, das CuO zu lösen, kann auch Aetzammoniak zum Reinigen von oxydirtem Cu benutzt werden.

1199 Schmilzt man vor dem Löthrohr eine Boraxperle im Platinöhr, giebt etwas CuO daran und schmilzt wieder in der äußern Flamme, so zeigt sich die Perle grün, so lange sie warm ist, nach dem Erkalten bläulich grün; viel CuO färbt die Perle dunkelgrün, so daß sie, noch warm, undurchsichtig ist; beim Erkalten wird sie wieder blaugrün und durchsichtig.

Wird die Perle in die innere Flamme gebracht und geschmolzen, so färbt sie sich roth von gebildetem Cu_2O. Bei Zusatz von etwas Zinn erscheint die rothe Farbe rasch, aber die Perle wird undurchsichtig. Das CuO wird zum Grün- und Blaufärben des Glases gebraucht. Auf den Glashütten wird das mit CuO versetzte Glas mit russender Flamme angewärmt, wodurch die rothe Farbe des Cu_2O hervortritt; bei Glasflüssen setzt man Sn zu, um die rothe Farbe hervorzubringen.

c. Kupfersuperoxyd, CuO_2.

1200 Es bildet sich durch Behandeln des CuO mit Wasserstoffsuperoxyd.

Für Kupfersäure hält man eine sehr unbeständige Verbindung, die entsteht, wenn man fein zertheiltes Cu mit Aetzkali und Salpeter erhitzt; der Rückstand giebt mit Wasser eine blaue Lösung.

Verbindungen mit S, P, N.

Einfach-Schwefelkupfer, Cu_2S.

1201 Es bildet sich beim Eintauchen von sehr dünngewalztem und gehämmertem Cu (Goldschaum, zum Vergolden der Weihnachtsnüsse) in Schwefeldampf unter Erglühen (s. beim S). Es entsteht auch, wenn man 3 Thle. S mit 8 Thln. Kupferdrehspänen erhitzt, dann zerreibt und nochmals mit S glüht. Es kommt in der Natur als Kupferglanz vor, derb und oft in grauschwarzen Krystallen; auch als Buntkupfererz und Kupferkies in Verbindung mit Schwefeleisen.

Zweifach-Schwefelkupfer, CuS.

1202 Es ist der braunschwarze Niederschlag, den HS in Kupferoxydsalzlösungen hervorbringt; er oxydirt sich sehr rasch zu schwefelsaurem Kupferoxyd. Es kommt auch, aber selten, in der Natur vor, Kupferindig, als bläulich schwarzes Pulver, oder schwärzliche Krystalle.

Man erzeugt wohl auf Gegenständen von Kupfer eine schwarze Bronze, indem man sie in mit HS oder Schwefelammon versetztes Wasser taucht; die Oberfläche erhält Glanz durch Reiben mit Leder.

Fein zertheiltes Kupfer, in Phosphordampf erhitzt, giebt eine spröde, 1203
graue Masse von Phosphorkupfer.

Wird CuO in trocknem Ammoniakdampf erhitzt, so entsteht Stickstoffkupfer als grünes Pulver, das beim Erhitzen sich leicht in schwacher Explosion zersetzt.

Verbindungen mit den Halogenen.

a. Kupferchlorür, Cu_2Cl.

Es entsteht, wenn man Kupferchlorid abdampft und schmilzt (s. Nr. 1189), 1204
als braune, krystallinische Masse, die leicht an der Luft feucht wird. Es entsteht auch, wenn man Kupferchloridlösung mit Kupferstückchen digerirt und siedet, wobei die grüne Farbe in eine braune sich ändert und Cu_2Cl als weißes Pulver sich absetzt. Cu_2Cl bildet sich auch als krystallinischer Niederschlag, wenn man Kupferchloridlösung mit Zinnchlorür mischt und etwas HCl zusetzt; löst man dieses Pulver in kochender HCl, so krystallisirt es in kleinen weißen Octaëdern.

Cu_2Cl ist wenig löslich in Wasser, leicht löslich in HCl, besonders 1205
leicht aber in Ammoniak zur farblosen Flüssigkeit, die sich an der Luft bläut; die Lösung von Cu_2Cl in Aetzammoniak wird wie die entsprechende von Cu_2O zu eudiometrischen Proben benutzt. An der Luft verwandelt es sich leicht, grün werdend, in Chlorid.

b. Kupferchlorid, CuCl.

Es entsteht, wenn man Cu in Königswasser löst; — auch, wenn man 1206
Kupfervitriollösung mit Soda fällt und den gewaschenen Niederschlag in HCl, oder CuO in HCl löst. Die Lösung giebt abgedampft sehr schöne blaugrüne, nadelförmige Krystalle, $CuCl + 2HO$, die an der Luft zerfließen.

CuCl löst sich auch leicht in Weingeist; wird mit einer solchen Lösung 1207
ein Ballen Baumwolle getränkt und entzündet, so brennt er mit schön grüner Flamme; mit derselben Flamme brennt der Docht einer Weingeistlampe, wenn er mit CuCl befeuchtet wird.

Schreibt man mit einer verdünnten Auflösung von CuCl auf Papier, 1208
so sind die Schriftzüge nicht zu erkennen; erwärmt man aber das Papier, so kommen sie mit gelber Farbe (wasserleeres CuCl) zum Vorschein, in feuchter Luft wieder verschwindend.

Sauerstoffsalze.

I. Kupferoxydulsalze.

Sie sind noch wenig gekannt, und entstehen durch Auflösen von Cu_2O 1209
in verdünnten Säuren. Uebergießt man Cu_2O, HO mit (einer Auflösung von) SO_2, so entsteht theils sich lösender Kupfervitriol, theils ein rothes Krystall-

pulver von Cu_2O, SO_2; es entsteht auch, wenn man NaO, SO_2 in Lösung mit einer Lösung von Kupfervitriol mischt und kocht.

II. Kupferoxydsalze.

a. Schwefelsaures Kupferoxyd, CuO, SO_3, Kupfervitriol, Blaustein.

1210 Wird Cu mit concentrirter Schwefelsäure gekocht, so entsteht unter Entwickelung von SO_2 (s. SO_2) Kupfervitriol; man verdünnt, filtrirt und dampft ab, und erhält blaue Krystalle, $CuO, SO_3 + 5 HO$, in schiefen rhombischen Säulen. Um das Salz rein zu erhalten, wird das Cu mit SO_3, HO gekocht, welche mit der Hälfte Wasser verdünnt ist; dann concentrirt man, setzt einige Tropfen Salpetersäure zu und verdampft zur Trockne, um das Eisenoxydul in Oxyd zu verwandeln, das nach dem Zusatz von Wasser fast gänzlich zurückbleibt. Die filtrirte Lösung wird mit etwas CuO oder kohlensaurem Kupferoxyd digerirt, wodurch alles Eisen ausfällt. Die Krystalle lösen sich in 4 Thln. kaltem und 2 Thln. kochendem Wasser; sie verlieren beim Erwärmen leicht 4 Aeq. Wasser, das fünfte nicht so leicht; geglüht, bleibt endlich CuO, wobei O und SO_2 sich entwickeln.

1211 Es wird fabrikmäßig dargestellt aus alten Kupferblechen, besonders von den Schiffsbeschlägen, die man im Flammofen rothglüht, S zugiebt und den Ofen schließt, wodurch Schwefelkupfer entsteht; wird dann das Cu bei Luftzutritt erhitzt und geröstet, so oxydirt sich der S zu SO_3 und es bildet sich CuO, SO_3; die Bleche werden dann in Kesseln mit Wasser und Schwefelsäure gekocht, die geklärte Lösung zum Krystallisiren gebracht. Das zurückbleibende Cu wird ebenso weiter behandelt.

Auf den Kupferhütten erhält man ebenfalls CuO, SO_3 durch Rösten und Auslaugen der Erze; auch durch freiwillige Oxydation der Erze in den Bergwerken.

1212 Kupfervitriol wird namentlich viel in der Färberei gebraucht, zur Darstellung von Anstrichfarben, in der Galvanoplastik 2c.

1213 Durch Digestion von CuO, SO_3 mit CuO, HO entsteht basisches schwefelsaures Kupferoxyd; wird die Lösung von CuO, SO_3 mit Alkalien unvollständig gefällt, so entstehen verschieden zusammengesetzte basische Niederschläge. Mit den schwefelsauren Alkalien, auch mit anderen Metallsalzen bildet CuO, SO_3 Doppelsalze.

1214 Träufelt man in eine Lösung von Kupfervitriol Aetzammoniak, bis der entstehende Niederschlag von CuO, HO sich wieder löst und die Lösung nach Ammoniak riecht, so entsteht eine schön lasurblaue Flüssigkeit. Gießt man vorsichtig Alkohol auf die Flüssigkeit, so bilden sich dunkelblaue Krystallnadeln, ein Doppelsalz von schwefelsaurem Ammoniak und schwefelsaurem Kupferoxyd, schwefelsaures Kupferoxyd-Ammoniak, $CuO, SO_3 + 2 NH_3 + HO$.

Es wird in der Druckerei gebraucht, in der Medicin, in der Feuerwerkerei zum Blaufeuer.

b. Salpetersaures Kupferoxyd, $CuO, NO_5 + 3 HO$.

Kupfer löst sich rasch, unter Entwickelung von NO_2, in verdünnter Salpetersäure. Die filtrirte blaue Lösung liefert abgedampft schön blaue Krystalle, die an der Luft zerfließen. Das Salz wird in der Kattundruckerei und in der Färberei gebraucht. 1215

Werden einige Krystalle dieses Salzes mit etwas Wasser befeuchtet schnell in Stanniol fest eingewickelt hingelegt, so oxydirt sich das Sn so heftig, daß Rauch und oft Flamme hervorbricht. Wird das Salz in Alkohol gelöst, und Papier mit der Lösung getränkt und dann getrocknet, so entzündet es sich, nur wenig erwärmt. 1216

c. Kohlensaures Kupferoxyd.

Es erzeugt sich durch Einwirkung der Luft auf Kupfer. Wird Kupfervitriollösung mit kohlensauren Alkalien in Lösung, etwa NaO, CO_2, versetzt, so entsteht ein gelatinöser, hellblauer Niederschlag, der mit heißem Wasser behandelt grün wird; es ist $2 CuO, CO_2 + HO$, und wird in der Oelmalerei als Mineralgrün, Bremergrün, gebraucht, auch mit Thon versetzt als Anstrichfarbe. 1217

In der Natur kommt es vor als Malachit, $2 CuO, CO_2 + HO$, als grünes Pulver oder faserig krystallisirt, in dichten Massen, besonders schön in Sibirien; da es sich schön poliren läßt, so macht man daraus Tischplatten 2c., wie schon früher bemerkt ist; es wird auch auf Cu verschmolzen. Auch eine Verbindung von kohlensaurem Kupferoxyd und Kupferoxydhydrat kommt in der Natur vor als Kupferlasur, $2 CuO, CO_2 + CuO, HO$, in schön blauen Krystallen, die zerrieben das Bergblau liefern, eine schöne Malerfarbe. Bergblau wird künstlich erzeugt, wenn man eine Lösung von CuO, SO_3 und $NaCl$ in 30 Thln. Wasser mit Kalkmilch versetzt, wodurch ein grüner Niederschlag sich bildet, den man in Täfelchen formt, trocknet, und in Kalkbrei legt; nach einiger Zeit findet man die Stücke ganz dunkelblau geworden; sie liefern zerrieben eine schöne Anstrichfarbe.

d. Arsenigsaures Kupferoxyd.

Dieses Salz, $2 CuO, As_2O_3$, Scheel'sches Grün, Mineralgrün, sowie Schweinfurter Grün sind schon bei der arsenigen Säure besprochen worden. 1218

Essigsaures Kupferoxyd, $CuO, \bar{A} + HO$, Grünspan. Wird CuO in Essigsäure gelöst, so erhält man grüne Krystalle, die in 13 Thln. kältem, und 5 Thln. warmem Wasser sich lösen. Es entsteht auch, wenn man in eine Lösung von CuO, SO_3 Bleizuckerlösung giebt, bis kein weißer Niederschlag (PbO, SO_3) mehr sich zeigt; die abfiltrirte Lösung liefert dann grüne 1219

Krystalle von Grünspan. In der Kälte krystallisirt das Salz in blauen Krystallen mit 5 HO, die sich beim Erwärmen in Krystalle gewöhnlichen Grünspans verwandeln.

In Frankreich bereitet man basischen Grünspan, blauen Grünspan, dadurch, daß man Kupferplatten mit gährenden Weintrestern in Tonnen schichtet und von Zeit zu Zeit mit Essig besprengt. Nach einigen Wochen wird die Decke von Grünspan mit kupfernen Messern abgekratzt und die Kupferplatten aufs Neue eben so behandelt. Der Grünspan wird in der Färberei und Druckerei benutzt, auch als grüne Dinte mit Weinstein und arabischem Gummi in Wasser gelöst.

Ein grüner Grünspan wird ebenfalls in Frankreich dadurch dargestellt, daß man Kupferbleche mit Weinessig befeuchtet, in warmen Zimmern hinstellt und die Luft oft erneuert. Er wird ebenso wie der andere Grünspan benutzt.

1220 Die Kupferoxydulsalze geben mit Alkalien orangegelbe Niederschläge; HS fällt sie schwarz. Ferrocyankalium erzeugt einen weißen, bald sich bräunenden Niederschlag, Ferridcyankalium einen braunrothen.

Die Kupferoxydsalze sind blau, oder grün, meist in Wasser löslich. HS und Schwefelammon erzeugen braunschwarze Niederschläge von CuS. Aetzende Alkalien fällen blaues, voluminöses Kupferoxydhydrat, CuO, HO, das durch Kochen schwarz wird. Kohlensaure Alkalien fällen grünlich blaues kohlensaures Kupferoxyd. Mit Aetzammoniak erzeugen die Kupferoxydsalze basische Kupferoxydammoniaksalze; ebenso kohlensaures Ammoniak. Ferrocyankalium erzeugt einen rothbraunen Niederschlag von Ferrocyankupfer, eine sehr empfindliche Reaction, da sie die geringste Menge Kupfersalz durch eine purpurrothe Färbung anzeigt. Eisen und Zink fällen metallisch. Die Borax- und Phosphorsalzperle werden grün gefärbt, nach dem Erkalten bläulich; in der Reductionsflamme werden die Perlen roth. Mit Soda gemengt auf der Kohle erhitzt erhält man aus den Kupferoxydsalzen metallisches Cu, besonders als rothe Flitter zu erkennen, wenn man in einem Mörser die Kohlentheilchen mit Wasser zerreibt und abschlämmt. Die Kupfersalze sind giftig; die besten Gegenmittel sind Zucker und Eiweiß, die unlösliche Verbindungen bilden.

Fragen und Aufgaben zu schriftlichen Arbeiten.

a. Zu welchen Geräthen in der Haushaltung wird Kupfer und Messing besonders gebraucht? — b. Warum verzinnt man kupferne Kochgeschirre? — c. Warum soll man nie eingemachte Sachen in unverzinnten kupfernen Kochgeschirren kochen? — d. Warum werden eingemachte Schnittbohnen so schön grün, wenn man sie mit kupfernem Löffel umrührt? — e. Welches Kupfersalz mag dann wohl entstehen? — f. Man giebt wohl von Farbe unscheinbar ge-

wordenen Essiggurken oder Salzgurken eine schöne grüne Farbe, indem man einen Kupferlöffel oder dergleichen zum Nachtheil der Gesundheit hineinbringt; welche Kupfersalze entstehen bei diesen beiden Arten Gurken? — g. Um in kupferhaltigen Speisen die Kupfersalze nachzuweisen, muß man sie zur Zerstörung der organischen Stoffe verkohlen, die verkohlte Masse mit Salpetersäure erhitzen und abdampfen, bis fast alle freie Säure verdampft ist, dann mit Wasser verdünnen und filtriren; durch welche Reagentien ist nun diese Flüssigkeit auf Cu zu prüfen? — h. Wie mit Aetzammoniak? — i. Welches Kupfererz wird in Europa meist zum Verschmelzen (zum Ausbringen des Cu) gebraucht? — k. Welches Kupfersalz, ein Mineral, kommt zum Verschmelzen, und besonders wo? — l. Zu welchem Zwecke wird der Kupferkies vor dem Verschmelzen geröstet? — m. Warum wird der Kupferstein mit kieseliger Schlacke geschmolzen? — n. Warum wird der Kupferstein wiederholt geröstet? — o. Was bezweckt das Behandeln des Schwarzkupfers im Gaarofen? — p. Woher der Name »Rosettenkupfer«? — q. Warum muß das Rosettenkupfer noch umgeschmolzen werden? — r. Wozu die Bearbeitung mit frischen Holzstangen? — s. In Nr. 1176 wird gesagt, daß man aus dem Rothwerden der Schlacken bei der Behandlung der Darrlinge einen Schluß machen könne auf die Gaare des Cu; wie so? — t. Welcher Bestandtheil bedingt bei der englischen Arbeit, Nr. 1177, wohl die weiße Farbe des fallenden weißen Steins? — u. Welche Säure ist das beste Auflösungsmittel für Cu? — v. Wenn man Zinkdämpfe über glühendes Cu leitet, so nimmt es eine schöne Goldfarbe an; wie ist dies Verhalten zu erklären? — w. Wie viel Pfund Eisen sind erforderlich, um alles Cu aus einer Kupferlösung zu fällen, die 11 Pfund Kupfer enthält? — x. Wie viel Pfund Eisen ist erforderlich, um aus 1 Pfund CuO, SO_3 alles Kupfer zu entfernen? — y. Wie viel Pfund Eisenvitriol kann man aus dem entstandenen Eisensalze gewinnen? — z. Kupferchlorür mit Soda geschmolzen liefert Kupferoxydul; der chemische Vorgang soll durch ein Schema erläutert werden! — aa. Was bleibt in der Lösung, wenn man durch KO, HO eine Lösung von CuO, SO_3 fällt? — bb. Kupferchloridlösung mit Zinnchlorürlösung liefert Kupferchlorür; durch ein Schema den Vorgang zu erläutern! — cc. Ebenso soll durch ein Schema die Entstehung von kohlensaurem Kupferoxyd durch Fällung des Kupfervitriols mit NaO, CO_2 nach Nr. 1217 erläutert werden!

XLI. Quecksilber, Hydrargyrum, Hg.

Zum Ausbringen des Quecksilbers aus seinen Erzen, die ziemlich sparsam 1221
vorkommen, benutzt man fast ausschließlich den Zinnober, Schwefelquecksilber. Die wichtigsten Quecksilberbergwerke sind in Spanien (Almaden), in Illyrien (Idria), dann noch in Böhmen und Rheinbaiern; aus Amerika (Peru, früher auch Mexico), aus Asien (China) kommt auch Hg zu uns. Der Zinnober kommt in Gängen vor, bei Almaden oft von 40 Fuß Mächtigkeit, entweder mit Kalk-

spath, wie bei Almaden, oder eingesprengt in Sand- und Kalkstein, wie bei Idria, wo das reichste Erz, Stahlerz, mit Kalkstein bricht, Lebererz in bituminösem Schiefer, Ziegelerz, das ärmste, in Schiefer und quarzigem Sandstein. In der Nähe der Lagerstätten des Zinnobers findet sich oft das Hg gediegen in kleinen Tröpfchen.

1222 In Idria wird das Metall in großen Röstöfen gewonnen durch Röstung und Destillation. Der Röstofen *A* (Fig. 106 und 107) ist durch durchbrochene

Fig. 106.

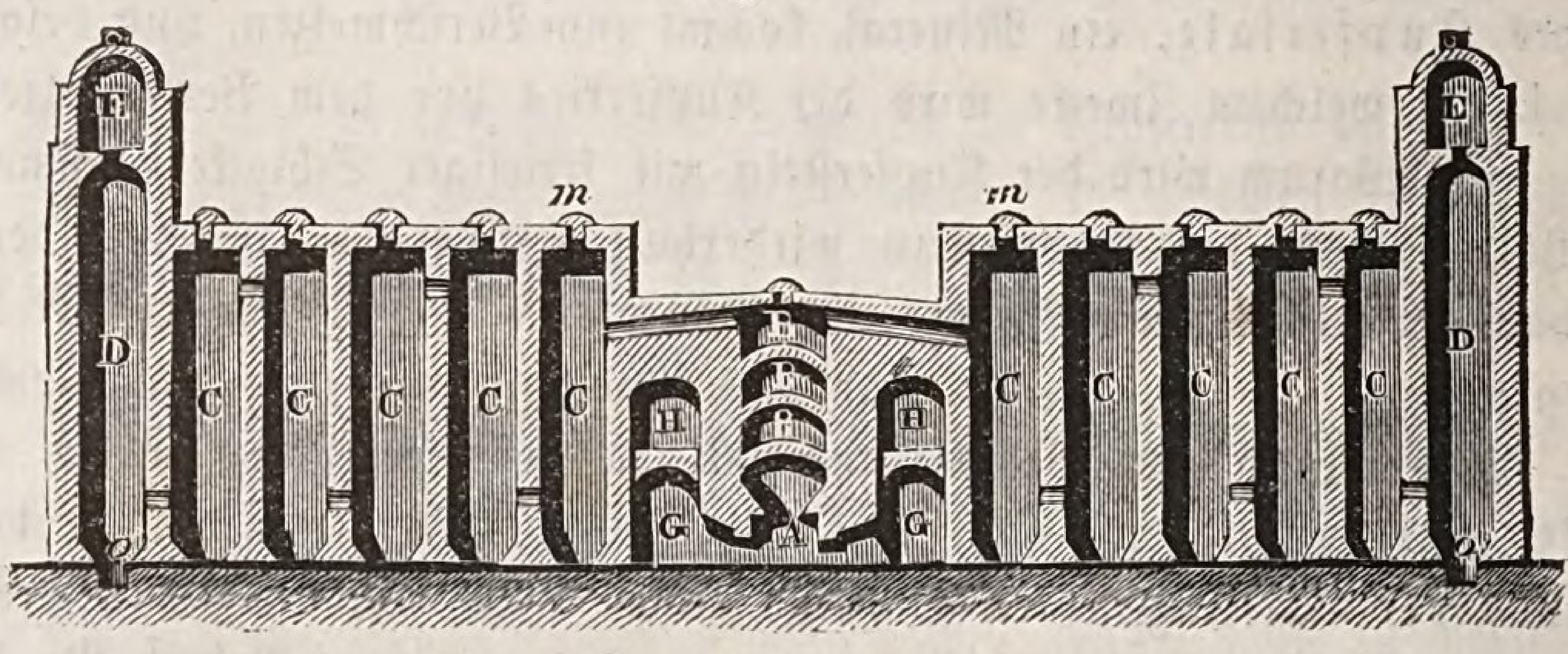
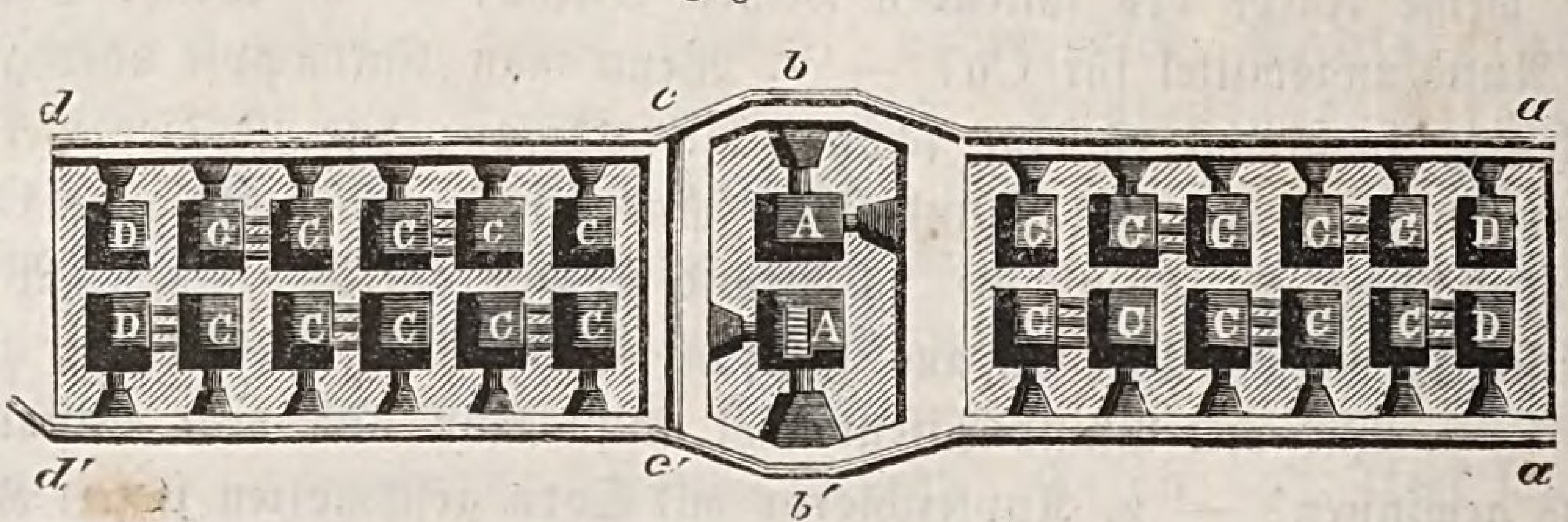


Fig. 107.



Gewölbe in den eigentlichen Flammraum und in drei Rösträume *BBB* geschieden. Der unmittelbar über dem Flammraum liegende Röstraum wird mit großen Stücken Erz gefüllt; in den zweiten Raum bringt man kleinere Stücke, und in den obersten Raum, der durch Canäle mit der ersten Verdichtungskammer *C* in Verbindung steht, werden feiner Erzstaub und Rückstände in irdenen Schalen gebracht. Die Räume *G* und *H* neben dem Ofen liefern heiße Luftströme, die durch kleine Canäle in die Rösträume dringen, zur Verbrennung des Schwefels. Das sich verflüchtigende Hg verdichtet sich in den Kammern *CC* ꝛc., besonders in der ersten Kammer; es fließt durch Canäle *abcd*, *a'b'c'd'* in einen Behälter. Das in den letzten Kammern verdichtete Hg ist mit viel Staub verunreinigt, wird deshalb besonders aufgefangen und filtrirt. Die entweichenden Gase circuliren noch in *D* zwischen Brettern, die schief, abwechselnd von einer Wand fast bis zur entgegengesetzten reichend, angebracht sind, und auf die von oben ein Wasserstrahl fällt, wodurch auch die letzten Antheile Hg gewonnen werden. Das Hg drückt man noch durch Zwillichbeutel, um es von Unreinlichkeiten, Staub und dergleichen, zu reinigen, und füllt es dann in schmiedeeiserne Flaschen, Leger, mit Schraubenstöpsel geschlossen.

In Almaden wird ebenfalls das Erz in einem Röstofen geröstet, der Quecksilberdampf aber in irdenen Gefäßen, Aludeln, verdichtet (Fig. 108 und 109). Der Heizraum *A* ist von einem durchbrochenen Gewölbe überspannt, 1223

Fig. 108.

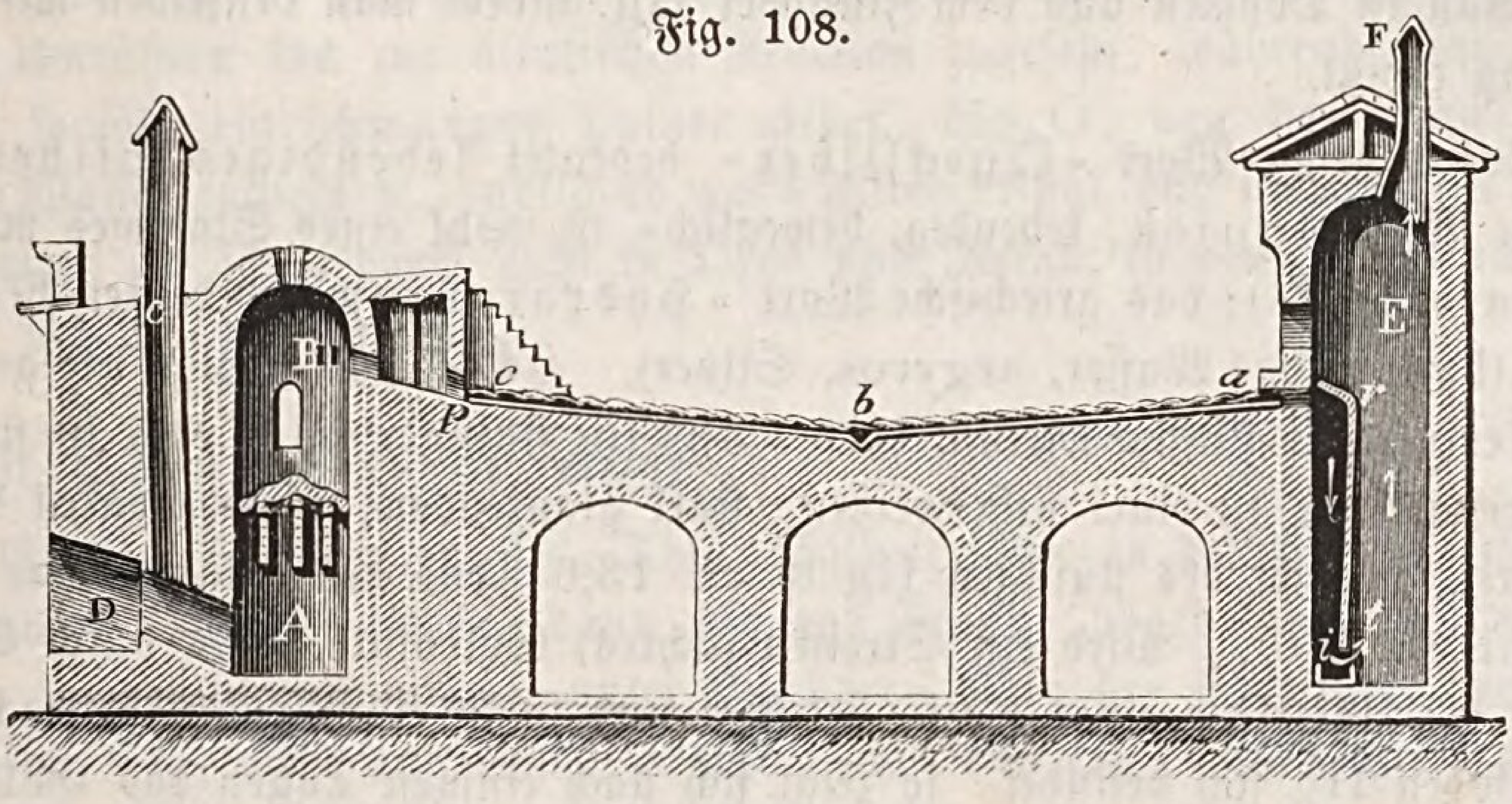
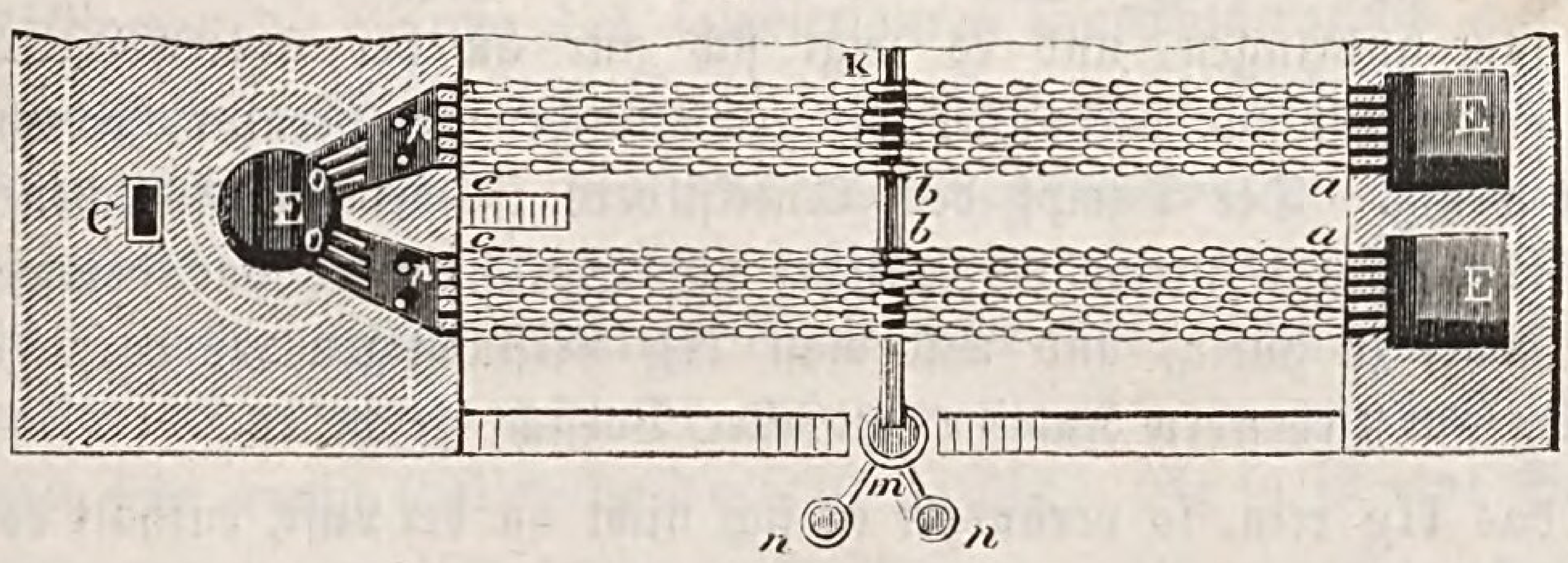


Fig. 109.



auf welches man das Erz schichtet, zu unterst in großen Stücken, dann in kleineren; zu oberst in den Raum *B* bringt man aus Erzstaub und Lehm geformte Ziegel. Durch kleine Züge *oo* gelangt der Quecksilberdampf zuerst in zwei kleine Räume und dann durch die Canäle *pp* in die Aludeln, längliche irdene, zu beiden Seiten offene Gefäße, die ineinander stecken; sie sind zu zwei Hauptreihen geordnet, in jeder wieder zu mehreren Reihen (in der Figur zu sechs); die gemauerte Unterlage *ccbbaa* ist bis zur Hälfte *bb* geneigt, und steigt von da wieder an bis zu *a*, wo eine angebaute Doppelkammer *EE* die Gase aufnimmt; sie treten dort in einen Raum *i*, durch eine Wand *rt* gebildet, wo sie ihren letzten Antheil Hg als Staub absetzen und dann durch *F* entweichen. Das condensirte Hg sickert durch die Fugen der Aludeln, die am tiefsten liegen, und fließt durch Canäle *bb* in die Becken *mnn*. *C* ist der Kamin der Feuerung, *D* der Zugang zu derselben. Es wird mit Holz gefeuert, und das Brennen dauert 12 bis 13 Stunden; nach 3 bis 4 Tagen wird der Ofen neu beschickt. Spanien liefert mehr als 22000 Centner Hg. In Rheinbaiern wird der Zinnober führende Kalkstein in irdenen Retorten mit irdener Vorlage, worin etwas Wasser, im Galeerenofen destillirt, wobei der Kalk das Schwefelquecksilber zerlegt und Schwefelcalcium entsteht. Die Verschickung des Hg geschieht auch wohl in Lederschläuchen; von China erhalten wir Hg in dickwandigen Bambusröhren.

1224 Erhitzt man etwas Zinnober mit Eisenfeile in einer Reagenzröhre, so zeigt sich bald an der Glaswand ein Beschlag von Hg. Das Eisen wird Schwefeleisen, und Quecksilberdämpfe entweichen und setzen sich an. Auf diese Art gewinnt man in Böhmen aus dem Zinnober Hg, indem man denselben mit Hammerschlag erhitzt.

1225 Das deutsche Wort »Quecksilber« bedeutet lebendiges Silber (das englische Wort »quick, lebendig, beweglich« ist wohl eines Stammes mit dem deutschen »Queck«); das griechische Wort »Hydrargyrum« bedeutet Wassersilber (hydor, das Wasser, argyros, Silber). Es ist das einzige bei gewöhnlicher Temperatur flüssige Metall, bei — 39° (in flüssiger CO_2 oder in flüssiger SO_2) erstarrt es zu einer silberweißen, stark glänzenden, hämmerbaren Masse; das specif. Gewicht des flüssigen Hg ist = 13,6, das des erstarrten = 14,4. Es siedet bei 360°. Wird ein Streifen (ächtes) Goldblatt, etwa durch Siegellack, an die Unterseite eines Korks befestigt und so in eine Flasche gebracht, auf deren Boden Hg sich befindet, so zeigt sich nach einigen Tagen das Gold weiß mit Hg überzogen, besonders im Sommer; in der Kälte muß man das Blatt dem Hg nahe anbringen, und es zeigt sich nur an der untern Hälfte weiß. Das Hg verdampft und verdunstet bei gewöhnlicher Temperatur, jedoch in der Kälte nur wenig. Der Dampf des Quecksilbers ist dem menschlichen Körper sehr schädlich, erzeugt Zittern der Glieder und Speichelfluß; vor demselben hat man sich immer zu hüten, und will man Hg verflüchtigen, so darf dies nur unter einem gut ziehenden Kamine mit aller Vorsicht geschehen.

1226 Ist das Hg rein, so verändert es sich nicht an der Luft, enthält es fremde Metalle, so bedeckt es sich mit einer grauen Haut; unreines Hg bildet beim Fließen auf Glas oder Porzellan nicht mehr runde, sondern längliche Tropfen, es zieht einen Schwanz und hinterläßt einen grauen Streifen. Oberflächlich kann Hg dadurch gereinigt werden, daß man es durch ein dichtes Leintuch preßt. Soll es von fremden Metallen gereinigt werden, so wird es aus einer eisernen Flasche mit gebogenem, eingesmirgeltem Flintenlauf und angebundenem Schlauch in Wasser destillirt, wobei aber dennoch Metalle übergerissen werden; von diesen ist es dadurch zu reinigen, daß man es mit einer Auflösung von Eisenchlorid in gleichviel Wasser (1 Pfund Hg mit 1 Loth Fe_2Cl_3) durcharbeitet, wodurch sich Chloride der fremden Metalle bilden; dann wäscht man, trocknet mit Fließpapier und vereinigt die getrennten Kügelchen durch Reiben.

1227 Hg wird viel benutzt zur Amalgamation anderer Metalle, um sie aus den Erzen zu gewinnen, namentlich des Silbers; ferner zu Spiegelbelegen, zum Vergolden und Versilbern, zur Anfertigung der Barometer und Thermometer ꝛc. Mit vielen Metallen bildet das Hg Amalgame, mit Pb, Sn, Cu, Ag, Au, Bi, Sb ꝛc. Mit dem Silber bildet es ein natürliches Amalgam, das sich krystallisirt findet.

1228 Hg wird nicht merklich von concentrirter Salzsäure angegriffen; concentrirte Schwefelsäure löst es in der Wärme unter Entwickelung von SO_2; Salpetersäure löst es leicht schon in der Kälte, indem NO_2 sich entwickelt.

Verbindungen mit O.

a. Quecksilberoxydul, Hg_2O.

Wird Hg in überschüssiger kalter Salpetersäure gelöst, dann Kalilauge 1229
unter Umrühren bis zur alkalischen Reaction zugesetzt, während man gut abkühlt, so fällt ein schwarzes Pulver nieder, Hg_2O, von dem man abgießt, wieder Wasser zugießt ꝛc., endlich es auf's Filter bringt und im Dunkeln trocknet. Es zerlegt sich schon durch Licht in Oxyd und Metall, in der Wärme in O und Hg. Es ist eine Salzbase.

b. Quecksilberoxyd, HgO.

Wird 1 Thl. Hg in $1^1/_2$ Thln. Salpetersäure in der Wärme gelöst (sal- 1230
petersaures Quecksilberoxyd), dann bis zur Trockne abgedampft und nun vorsichtig in der Porzellanschale unter Umrühren über der Spirituslampe erhitzt, bis keine NO_3 mehr entweicht, so erhält man das HgO als ziegelrothes Krystallpulver, das zerrieben ein gelbes Pulver liefert.

Fällt man die Lösung des salpetersauren Quecksilberoxyds mit überschüssiger Kalilauge, so erhält man HgO als gelbes, nicht krystallinisches Pulver.

Wird das ziegelrothe, auf trocknem Wege gewonnene HgO mit Oxal- 1231
säurelösung übergossen und gelinde erhitzt, so wird es nicht verändert; das gelbe, auf nassem Wege erhaltene HgO wird durch Oxalsäure schon in der Kälte weiß. Das HgO besteht also in zwei Allotropien. Beide sind in Wasser sehr wenig löslich, beide sehr giftig. HgO ist eine Salzbasis.

Wird HgO erhitzt, so färbt es sich schwarz, wird aber beim Erkalten wie- 1232
der roth; noch mehr erhitzt, zerlegt es sich in Hg und O (s. O). Auf glühende Kohlen gelegt, verpufft es ziemlich lebhaft; ein Gemenge von P und HgO explodirt heftig durch einen Hammerschlag. Wird es mit Antimon oder Schwefel gemischt erhitzt, so oxydirt es diese heftig. Das HgO giebt leicht seinen O ab.

Wird Hg lange in einem Kolben erhitzt, so daß Luft zutreten kann, so 1233
verwandelt es sich auch in HgO, wobei sich oft Krystalle bilden.

Verbindungen mit S und N.

Einfach-Schwefelquecksilber, Hg_2S.

Wird salpetersaures Quecksilberoxydul mit HS behandelt, gießt man etwa 1234
Schwefelwasserstoffwasser in die Lösung, so fällt Hg_2S als schwarzes Pulver nieder, das beim Erhitzen leicht in Hg und in höher geschwefeltes Schwefelquecksilber zerfällt.

Zweifach-Schwefelquecksilber, HgS.

Wird der Lösung eines Quecksilberoxydsalzes, z. B. des salpetersauren 1235
Quecksilberoxyds, wenig Schwefelwasserstoffwasser oder Schwefelammon zugesetzt

und geschüttelt, so entsteht ein weißer Niederschlag, eine Verbindung von Schwefelquecksilber mit dem gelösten Salze; setzt man mehr HS zu, so erscheint der Niederschlag gelb, braun, endlich bei vollkommener Sättigung schwarz und ist dann HgS. Wird dies Pulver ausgewaschen, getrocknet und in einem Reagenzglase vorsichtig erhitzt, so setzt sich an die kalten Stellen des Glases ein krystallinischer Anflug ab, der zerrieben ein rothes Pulver giebt, Zinnober, das dieselbe Zusammensetzung wie das schwarze HgS hat, aber ein anderer allotropischer Zustand des Schwefelquecksilbers ist, das also in zwei Allotropien besteht, als schwarzes und als rothes Pulver, Zinnober.

1236 Man erhält das schwarze HgS schon, wenn man S und Hg längere Zeit zusammenreibt. Dies geschieht in Fabriken, z. B. in Idria, in rotirenden Fässern. Das erhaltene braune Pulver wird dann in gußeisernen Kolben mit irdenem Helm sublimirt; der Helm, der den Zinnober enthält, wird zerschlagen, und der reine Zinnober vom unreinen geschieden; das faserige Sublimat wird dann sorgfältig auf Mühlen gemahlen. Schöner wird der Zinnober, wenn man ihn genau mit 1 Proc. Schwefelantimon mengt, sublimirt, zerreibt und zuerst mit Schwefelkaliumlösung, dann mit HCl digerirt. Auf nassem Wege wird ebenfalls schöner Zinnober erzeugt, indem man 1 Thl. Schwefelblumen mit 7 Thln. Hg in starke gläserne Gefäße mit 2 bis 3 Thln. Schwefelkaliumlösung bringt und die Gefäße auf irgend eine Art zwei bis drei Tage lang in schüttelnder Bewegung hält (z. B. an einem Balken der Sägemühle). Sehr schöner Zinnober, Vermillon, wird dadurch gewonnen, daß man zwei bis drei Stunden lang 300 Thle. Hg mit 114 Thln. S zusammenreibt, dann 75 Thle. Kalihydrat in 400 Thln. Wasser gelöst zufügt und auf etwa 45° C. erwärmt; sobald die Farbe erwünscht erscheint, wird mit warmem Wasser ausgewaschen. Der schönste Zinnober kommt von China.

1237 Wird Zinnober erwärmt, so wird er fast schwarz, wie das HgO; die rothe Farbe kehrt aber wieder. Bei stärkerem Erhitzen verbrennt der S und Hg verdampft. Wird Zinnober mit Alkalien geglüht, so geht Hg fort und es bleibt ein Schwefelalkali. Königswasser und concentrirte Salpetersäure scheiden S ab.

1238 Zinnober findet sich in der Natur, oft in sehr schönen rothen Krystallen, die zerrieben ein sehr schön rothes Pulver geben. Es ist das Erz, das fast ausschließlich zur Darstellung des Hg gebraucht wird.

Stickstoffquecksilber.

1239 Es entsteht, wenn man trocknes Ammoniakgas über frischgefälltes HgO leitet bis zur Sättigung; es ist ein braunes Pulver, das fast wie Jodstickstoff explodirt. Erhitzt man es auf einem Eisenblech, so explodirt es so heftig, daß es in das Eisen eine Vertiefung oder ein Loch schlägt; ebenso explodirt es durch einen Hammerschlag; es entwickelt im Augenblicke der Explosion ein bläulich weißes Licht.

Verbindungen mit Halogenen.

Quecksilberchlorür, Calomel, Hg_2Cl.

Man erhitzt 2 Thle. Hg mit 3 Thln. Schwefelsäure und dampft zur Trockne ab; dann mischt man noch 2 Thle. Hg zu, indem man mit Wasser anfeuchtet, setzt der getrockneten Masse $1^1/_2$ Thle. scharf getrocknetes Kochsalz zu und mischt Alles innig. Dies Gemenge bringt man in einen Kolben oder in eine Flasche von dünnem Glase, so daß sie bis zu $^1/_4$ nur gefüllt ist, setzt lose einen Kreidestöpsel auf und setzt in die Sandkapelle ein, indem man hoch mit Sand bedeckt; erhitzt man gelinde, bis alle Feuchtigkeit verjagt ist, entblöst dann vom Sande, soweit die Flasche leer ist und erhitzt mehr, so sublimirt sich Quecksilberchlorür. Beim Zerschlagen der Flasche findet man oben eine strahlig krystallinische Masse von schmutzig weißer Farbe, welche feingepulvert und mit heißem Wasser ausgewaschen wird, bis das Waschwasser nicht mehr durch Aetzkali oder HS gefällt wird (Chlorid); auf dem Boden der Flasche bleibt Glaubersalz. Das Sublimat ist Calomel, dessen Entstehung folgende Formel erläutert: 1240

$$HgO, SO_3 + Hg + NaCl = Hg_2Cl + NaO, SO_3.$$

Auf nassem Wege wird Hg_2Cl bereitet, indem man die Lösung eines Quecksilberoxydulsalzes (z. B. salpetersaures Quecksilberoxydul) mit Salzsäure oder Kochsalzlösung versetzt. Am besten gießt man die Lösung des Quecksilbersalzes in die Salzlösung; es entsteht ein weißer Niederschlag, von dem man abgießt. Der Niederschlag wird dann auf dem Filter ausgesüßt und im Dunkeln getrocknet. Hg_2Cl entsteht auch, wenn man in eine bei 50° C. gesättigte Lösung von Quecksilberchlorid (Sublimat) SO_2 leitet; es scheidet sich dann als schimmerndes Krystallpulver ab, das mit der Flüssigkeit etwas digerirt und dann ausgewaschen wird. 1241

Hg_2Cl ist ein sehr geschätztes Arzneimittel; es löst sich schwer in Wasser, Alkohol und verdünnten Säuren. Wird es mit HCl gekocht, so zerlegt es sich in Sublimat und Hg; concentrirte Schwefelsäure verwandelt es in schwefelsaures Oxyd; vom Lichte wird es langsam zersetzt und färbt sich grau von ausgeschiedenem Hg. Königswasser und Chlorwasser lösen es rasch und verwandeln es in Sublimat. Wird Calomel mit Kalilauge oder Kalkwasser benetzt, so wird es schwarz, indem Hg_2O sich bildet; dies Verhalten hat ihm den Namen gegeben, aus dem Griechischen kalos, schön, melas, schwarz. 1242

Quecksilberchlorid, ätzendes Sublimat, HgCl.

Wird Hg in Königswasser mit überschüssiger HCl oder HgO in HCl gelöst, so erhält man es nach dem Abdampfen in Krystallen. Es wird fabrikmäßig dargestellt, indem man schwefelsaures Quecksilberoxyd mit Kochsalz im weithalsigen Kolben sublimirt, meist mit Zusatz von etwas MnO_2, um das beigemengte HgO auch in Chlorid zu verwandeln. In der Wölbung des Kolbens 1243

setzt sich das $HgCl$ in strahliger, farbloser Krystallmasse ab; die Hitze steigert man beim Ende der Arbeit, wodurch das Sublimat oberflächlich schmilzt und fester wird. Die ganze Arbeit geschieht unter gut ziehendem Kamine, da $HgCl$ eins der heftigsten Gifte ist.

1244 $HgCl$ schmilzt bei 265° C.; bei 295° C. verwandelt es sich in einen farblosen Dampf. Es löst sich in 16 Thln. kaltem und 3 Thln. siedendem Wasser, in Alkohol noch leichter. Auch in warmer HCl löst es sich leicht und krystallisirt beim Erkalten wieder heraus.

1245 Vermöge seiner Giftigkeit schützt es Holz und andere Pflanzenstoffe, sowie Thierstoffe gegen zerstörende Insecten; man tränkt Schiffsbauholz und Eisenbahnschwellen damit (Kyanisiren); die Pflanzen der Herbarien, anatomische Präparate werden mit der Lösung benetzt. Auch wird es in der Arzneikunde gegen schlimme Krankheiten gebraucht; in der Druckerei zum Aetzen in Stahl.

1246 Wird etwas Eiweiß in eine Lösung von $HgCl$ gebracht, so coagulirt dasselbe (es geht zusammen, gerinnt) augenblicklich, es bildet mit Eiweiß eine unlösliche Verbindung, weshalb Eiweiß bei Vergiftungen mit Sublimat das beste Gegenmittel ist.

1247 Wird ein Tropfen der Lösung auf blankes Kupfer gebracht, so überzieht sich dieses gleich mit weißem Quecksilberüberzug; auf Gold entsteht dieser Ueberzug nur, wenn man innerhalb des Tropfens das Gold mit Zink berührt.

1248 Mit anderen Chloriden bildet es viele Doppelverbindungen. Wird eine Lösung von $HgCl$ mit Ammoniak im Ueberschuß versetzt, so wird ein weißer Niederschlag gefällt, der unter dem Namen »weißes Präcipitat« ein Arzneimittel bildet. Es ist Quecksilberamidchlorid, da in ihm NH_2, Amid, enthalten ist. Erhitzt giebt derselbe Calomel ohne zu schmelzen. Beim anhaltenden Waschen mit Wasser wird das Präcipität gelblich, indem HgO darin entsteht; mit Wasser gekocht, verwandelt es sich schnell in ein gelbes Pulver, worin die Bestandtheile des Präcipitats und HgO enthalten ist.

Quecksilberbromür, Hg_2Br, und Quecksilberbromid, $HgBr$.

1249 Wird salpetersaures Quecksilberoxydul in Lösung mit einer Lösung von Bromkalium gefällt, so erscheint Hg_2Br als weißes Pulver. Wird Hg mit Wasser und Brom übergossen, so löst sich das Hg rasch und man erhält durch Abdampfen der Lösung das Bromid in farblosen Krystallen.

Quecksilberjodür, Hg_2J, und Quecksilberjodid, HgJ.

1250 Hg_2J entsteht durch Zusammenreiben von J und Hg, oder als gelbgrüner Niederschlag, wenn man salpetersaures oder essigsaures Quecksilberoxydul mit Jodkalium fällt.

1251 Werden 8 Thle. Quecksilberchlorid in Wasser gelöst und mit einer Lösung von 10 Thln. KJ vermischt, so fällt ein schön scharlachrothes Pulver nieder, das auf dem Filter sorgfältig ausgewaschen wird. Wird dieses Pulver in eine

mäßig concentrirte Lösung von Jodkalium gebracht, so krystallisirt Hg J beim Erkalten in schön rothen Krystallen heraus. Sie schmelzen leicht zur gelben Flüssigkeit, die in gelben Krystallen sublimirt, welche in einiger Zeit von selbst wieder roth werden. Ritzt man die gelbe geschmolzene Masse mit einem harten Körper, so färbt sie sich hier roth; die rothe Farbe pflanzt sich bald durch die ganze Masse fort; wird die gelbe Masse gepulvert, so giebt sie ein rothes Pulver, indem die Veränderung durch's Pulvern rasch vor sich geht.

Die gelben und rothen Krystalle haben verschiedene Krystallformen, es ist also Hg J dimorph. Der Dampf des Hg J ist der schwerste, vom specif. Gewicht = 15,7. Es ist in Wasser wenig löslich, und bildet auch Doppelchloride. Wird als Malerfarbe gebraucht.

Quecksilbercyanid, Hg Cy.

Es wird durch Sättigen wässeriger Blausäure mit Hg O erhalten; auch 1252
durch Zersetzung des Hg O mit Berlinerblau in Wasser, wie wir beim Cyan sahen (siehe beim Kohlenstoff). Es wird auch erhalten, wenn man 2 Thle. Ferrocyankalium und 3 Thle. schwefelsaures Quecksilberoxyd mit 15 bis 20 Thln. Wasser kocht. Es bildet farblose Krystalle von metallischem Geschmack und ist sehr giftig. Concentrirte Sauerstoffsäuren zersetzen es nicht, wohl aber H Cl unter Entwickelung von Blausäure. Es bildet mit den Chlormetallen ebenfalls Doppelverbindungen.

Sauerstoffsalze.

I. Quecksilberoxydulsalze.

a. Schwefelsaures Quecksilberoxydul, Hg_2O, SO_3.

Werden gleiche Theile Hg und concentrirte Schwefelsäure wenig erwärmt 1253
bis zum Auflösen des Hg, so erhält man eine weiße Masse von Hg_2O, SO_3; man entfernt von der Flamme, wenn noch nicht alles Hg gelöst ist, um die Bildung von schwefelsaurem Quecksilberoxyd zu verhüten, worauf man mit Wasser abspült. Dies Salz entsteht auch, wenn man salpetersaures Quecksilberoxyd mit Schwefelsäure versetzt. Es ist in Wasser sehr wenig löslich, erst in 500 Thln. kaltem und 300 Thln. heißem Wasser.

b. Salpetersaures Quecksilberoxydul, $Hg_2O, NO_5 + 2HO$.

Läßt man überschüssige kalte verdünnte Salpetersäure auf Hg wirken, so 1254
entwickelt sich NO_2 und nach einiger Zeit entstehen große farblose Krystalle in Tafeln von neutralem salpetersauren Quecksilberoxydul, die in wenig Wasser sich unzersetzt lösen, durch mehr Wasser aber in ein basisches Salz sich zersetzen, welches aber etwas Salpetersäure wieder löst. Wird Hg im Ueberschuß mit kalter Salpetersäure behandelt, oder erwärmt man die Mutterlauge des neutralen Salzes mit Hg wiederholt, so entstehen farblose, glänzende Krystalle eines basischen Salzes, $3Hg_2O, 2NO_5 + 3HO$.

1255 Wird eins der beiden genannten Salze mit lauwarmem Wasser behandelt, so schießen Krystalle eines andern basischen Salzes an, $(2 Hg_2O), NO_5 + HO$. Dieses Salz, mit Wasser bis zum Sieden erwärmt, giebt ein noch stärker basisches Salz als gelbgrünes Pulver.

1256 Wird in eine sehr verdünnte Lösung des neutralen Salzes verdünntes Aetzammoniak langsam unter stetem Umrühren zugesetzt, nicht im Ueberschuß, so fällt ein schwarzes Pulver nieder, im Allgemeinen eine Verbindung von salpetersaurem Quecksilberoxydul mit Quecksilberoxydulammoniak; es wird als Arzneimittel gebraucht.

c. Kohlensaures Quecksilberoxydul, Hg_2O, CO_2.

1257 Es entsteht als gelbes Pulver, wenn man eine Lösung von Hg_2O, NO_5 in eine kalte Lösung von $KO, 2 CO_2$ oder $NaO, 2 CO_2$ gießt, den Niederschlag einige Zeit in der Flüssigkeit läßt und dann mit kohlensaurem Wasser aussüßt. Es muß ohne Anwendung von Wärme und vor Licht geschützt getrocknet werden.

d. Chromsaures Quecksilberoxydul, Hg_2O, CrO_3.

1258 Es entsteht, wenn man den Niederschlag von chromsaurem Kali mit Hg_2O, NO_5 mit etwas Salpetersäure kocht, als schön rothes Krystallpulver.

II. Quecksilberoxydsalze.

e. Schwefelsaures Quecksilberoxyd, HgO, SO_3.

1259 Werden 5 Thle. Hg mit 6 Thln. concentrirter Schwefelsäure gekocht, bis eine Probe keinen Niederschlag von Calomel in Salzsäure hervorbringt (Abwesenheit des Hg_2O, SO_3), so entsteht neutrales schwefelsaures Quecksilberoxyd als weiße Salzmasse. Im Großen wird es zur Bereitung des Sublimats in der Glasretorte dargestellt durch Erhitzen von 1 Thl. Hg mit 1 Thl. concentrirter Schwefelsäure; darauf wird zur Trockne abgedampft.

Wird dies Salz mit Wasser übergossen, so zerfällt es in ein saures und in ein basisches gelbes Salz, HgO, SO_3, das unter dem Namen Mineralturpeth in der Medicin gebraucht wird.

f. Salpetersaures Quecksilberoxyd, $HgO, NO_5 + 2 HO$.

1260 Es bildet sich, wenn man Hg mit starker Salpetersäure kocht, bis eine sehr verdünnte Probe durch Kochsalz nicht mehr getrübt wird; die syrupdicke Flüssigkeit liefert über Schwefelsäure abgedunstet im luftleeren Raume weiße Krystalle. Wird die Säure etwas verdünnt angewandt, so scheidet sich ein basisches Salz aus, $(2 HgO), NO_5 + HO$, in hellen Krystallen. Dies Salz zersetzt sich mit viel Wasser in ein saures und in ein basisches gelbes Salz, $(3 HgO), NO_5 + HO$, das am Lichte die Haut roth färbt.

g. Chromsaures Quecksilberoxyd, $(3 HgO), CrO_3$.

1261 Es entsteht durch Vermischen der Lösungen von $KO, 2 CrO_3$ und HgO, SO_3 als ziegelrother Niederschlag.

h. Kohlensaures Quecksilberoxyd.

Beim Einträufeln einer Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd in eine Lösung von einfach-kohlensaurem Kali entsteht dies Salz als gelber Niederschlag, $(4\,HgO), CO_2$; im zweifach-kohlensauren Kali entsteht ein dunkelbrauner Niederschlag, $(3\,HgO), CO_2$. 1262

i. Knallsaures Quecksilberoxyd, Knallquecksilber, HgO, CyO.

Wird 1 Thl. Hg in 12 Thln. Salpetersäure von 1,35 specif. Gewicht bei gelinder Wärme aufgelöst und werden dann der erwärmten Flüssigkeit (54° C.) langsam 11 Thle. Weingeist von 89 Proc. zugesetzt, so scheidet sich unter Entwickelung von CO_2 und Salpeteräther (einer ätherartig riechenden, leicht entzündlichen Verbindung) unter Aufwallen ein weißes, etwas gelblich gefärbtes Salz aus, das auf dem Filter mit Wasser ausgewaschen wird, und umkrystallisirt weiße, glänzende Krystallnadeln liefert. Aus 1 Thl. Hg erhält man $1^1/_2$ Thle. Knallquecksilber. Die entwickelten Dämpfe werden im Kühlapparate aufgefangen und condensirt, und zur nächsten Darstellung benutzt. 1263

Das Knallquecksilber ist in Wasser wenig löslich, zu 130 Thln. in kochendem. Bis auf 186° C. erhitzt, mit einem harten Körper gerieben oder durch Schlag detonirt es mit furchtbarer Gewalt, weshalb man dies Salz nur mit der höchsten Vorsicht handhaben muß, und, will man es darstellen, nur mit unbedeutenden Mengen operiren darf. 1264

Es wird zum Füllen der Zündhütchen gebraucht; man mengt 5 Thle. des Salzes mit 3 Thln. gepulverten Schießpulvers (oder mit 2 Thln. Salpeter), angefeuchtet auf polirter Marmorplatte mit Holz- oder Hornspateln, zuletzt noch mit Holzwalzen. Von der auf Papier abgetrockneten Masse wird etwas ($^1/_4$ Gran) mit Mastixlösung in den Kupferhütchen befestigt und mit einem Papier-, Stanniol- oder Kupferplättchen bedeckt.

Die Quecksilberoxydulsalze sind meist farblos, von herbem Metallgeschmack. HS und Schwefelammon fällen aus denselben schwarzes Hg_2S, löslich in Königswasser. Aetzende Alkalien und Aetzammoniak fällen schwarz. Salzsäure und lösliche Chlormetalle erzeugen weiße Niederschläge von Hg_2Cl, welche Königswasser und Chlorwasser zu $HgCl$ lösen. Ein Tropfen eines Oxydulsalzes erzeugt auf blankem Kupfer einen durch Reiben silberglänzend werdenden Fleck. Jodkalium fällt grüngelbes Quecksilberjodür. Ferrocyankalium fällt weiß, gelatinös, Ferridcyankalium rothbraun. Zinnchlorür scheidet metallisches Hg in feinen grauen Kügelchen aus, die sich mit HCl gekocht zur Quecksilberkugel vereinigen. Mit trockner Soda gemengt und in der Reagenzröhre erhitzt, bilden die Quecksilberoxydulsalze einen Beschlag von Hg. 1265

Die Quecksilberoxydsalze sind meist farblos. HS und Schwefelammon bewirken anfangs weiße, dann gefärbte, endlich schwarze Niederschläge von HgS, zersetzbar durch Königswasser. Jodkalium fällt rothes HgJ. Wenig Aetzkali erzeugt einen braunen, viel einen gelben Niederschlag von HgO.

Aetzammoniak fällt weiß. Wenig Zinnchlorür fällt weiß, viel scheidet das Hg metallisch aus. Gegen Kupfer verhalten sich die Oxydsalze wie die Oxydulsalze. Ferridcyankalium fällt gelb. Mit Soda verhalten sich die Oxydsalze wie die Oxydulsalze.

Fragen und Aufgaben zu schriftlicher Ausarbeitung.

a. Wodurch kann man nachweisen, daß Hg auch bei gewöhnlicher Temperatur verdampft? — b. Welche Anwendungen findet das Hg noch außer den unter Nr. 1227 aufgeführten? — c. Welche Anwendungen erleiden wohl die Quecksilberamalgame? — d. Welches Amalgam haben wir beim H schon kennen gelernt? — e. Was für ein Salz entsteht, wenn Hg in kalter Salpetersäure gelöst wird? — f. Was für eins, wenn die Salpetersäure warm angewandt wird? — g. Es soll durch eine Formel die Entstehung des Hg_2O nach Nr. 1229 erläutert werden! — h. Ebenso die Entstehung des HgO durch Fällung des salpetersauren Quecksilberoxyds mit Kalilauge durch ein Schema zu erläutern! — i. Die Darstellung des Sublimats aus schwefelsaurem Quecksilberoxyd und Kochsalz durch eine Formel zu erläutern! — k. Aus welchem Grunde verquickt sich Gold durch Sublimatlösung erst dann, wenn es mit Zink berührt wird? — l. Zu Nr. 1251 die Formel zu liefern! — m. Wodurch ist der Dampf des HgJ so merkwürdig? — n. Nach Nr. 1252 kann $HgCy$ durch Kochen von Ferrocyankalium mit HgO, SO_3 in Wasser erhalten werden; es soll das Schema angefertigt werden! — o. Welche zwei Salze bleiben dabei wohl in Lösung? — p. Wie kann man das Eisen daraus gewinnen? — q. Wenn man nach Nr. 1257 Hg_2O, CO_2 aus HgO, NO_5 und KO, CO_2 darstellt, was bleibt in Lösung? — r. Was bleibt in Lösung, wenn man nach Nr. 1258 Hg_2O, CrO_3 darstellt?

XLII. Silber, Argentum, Ag.

1266 Das Silber findet sich in der Natur gediegen von drahtförmiger, baumförmiger Structur, gewöhnlich dunkel gefärbt; auch derb, eingesprengt, angeflogen. Die Silbererze, die am häufigsten vorkommen, sind folgende: Silberglanz, Glaserz, gewöhnlich dunkel gefärbt; es ist Schwefelsilber; mit Schwefelkupfer bildet es den Silberkupferglanz; dunkles Rothgültigerz, Schwefelsilber und Schwefelantimon; leichtes Rothgültigerz, Rubinblende, Schwefelsilber und Schwefelarsenik; Sprödglaserz, Schwefelsilber und Schwefelantimon. Fast aller Bleiglanz und viele Kupfererze sind silberhaltig, unter diesen besonders die Fahlerze.

Aus den silberhaltigen Bleierzen wird das Silber durch Abtreiben gewonnen, wie wir beim Blei sahen. Aus dem silberhaltigen Schwarzkupfer durch Absaigern mit Blei, wie beim Cu angeführt wurde, oder durch Amalgamation. In diesem Verfahren wird der Kupferstein gepocht, gesiebt, zu feinem Pulver gemahlen und im Flammofen unter Umrühren geröstet; dann mit 10 Proc. $NaCl$ und eben so viel Kalksteinpulver gut gemengt und mit Wasser durchgeknetet; darauf wird diese Masse stark getrocknet, fein gemahlen und bei höherer Temperatur wieder geröstet, wodurch Chlorsilber, CuO, Fe_2O_3, NaO, SO_3, CaO, SO_3 entstehen. Die nochmals gemahlene Masse gelangt mit Wasser, Eisenblechschnitzeln und Quecksilber in Amalgamirtonnen, die durch ein Räderwerk um ihre Axe sich drehen. Nach 14stündigem Umdrehen, wobei in dem Wasser sich lösendes Eisenchlorür entsteht und das Silber mit dem Quecksilber ein Amalgam bildet, wird noch Wasser zugesetzt, und die Tonne langsam einige Zeit rotiren gelassen, damit das Amalgam sich absondert. Dies wird nun in einen Behälter abgelassen, vom Kupferoxydschlamm getrennt, durch Auspressen in Beuteln von Zwillich vom überschüssigen Hg gesondert, und dann der Destillation unterworfen, welche das Ag in porösen Stücken hinterläßt. Der kupferoxydhaltige Schlamm in den Tonnen wird von der (kochsalzhaltigen) Glaubersalzlösung, die darübersteht und versotten wird, mit Thon zu Broden — Schmelzkuchen — geknetet und mit Quarz und Flußspath auf Kupfer verschmolzen. 1267

Das Amalgamationsverfahren zur Gewinnung des Silbers aus dem Kupferstein und dem Schwarzkupfer kann man durch das sogenannte Extractionsverfahren umgehen.

Der Stein wird gepocht und gemahlen, dann das Pulver bei steigender Hitze geröstet, wodurch unter Entweichen von SO_2 sich aus den Schwefelmetallen Metalloxyde und schwefelsaure Metalloxyde bilden; das Schwefelsilber des Steins wird ebenfalls AgO, SO_3. Dann wird die Masse mit $NaCl$ gemengt und nochmals dem Rösten unterworfen, wodurch aus dem $NaCl$, durch Einwirken der durch die Hitze freiwerdenden Schwefelsäure der schwefelsauren Eisen- und Kupfersalze, Cl und HCl entstehen, die das Silbersalz in Chlorsilber umsetzen, überhaupt Chlormetalle bilden.

Die Masse wird dann mit heißer Kochsalzlösung ausgelaugt, welche das $AgCl$ löst (siehe Nr. 1284). Die Lauge wird in Seihbottiche gegeben, auf deren Boden metallisches Kupfer (aus CuO, SO_3 durch Fe erhalten) liegt, welches das $AgCl$ zu schwammigem Silber reducirt; das Ag wird von Zeit zu Zeit entfernt, gewaschen 2c.

Man umgeht auch die zweite Röstung mit $NaCl$ und laugt den gerösteten Stein mit Wasser aus; die erhaltene Lösung von AgO, SO_3 wird mit Kupfer behandelt und so das Silber reducirt.

Sind die Erze ziemlich frei von Cu und Pb und nicht so reich, daß man 1268
sie bei einer Treibarbeit zusetzen könnte, so wendet man das Freiberger oder das Amerikanische Amalgamationsverfahren an.

In Freiberg werden die Erze, die aus Schwefelsilber mit Sb, As, Fe 2c., bestehen und nicht mehr als 5 Proc. Pb und höchstens 1 Proc. Cu ent-

halten, gewaschen, gepocht und gattirt, d. h. so zusammengeworfen, wie sie zum Schmelzen gut sind, namentlich muß genug Schwefelsilber zugegen sein, um beim Rösten Fe_2O_3 und FeO, SO_3 zu bilden; dann setzt man 10 Proc. NaCl zu und röstet, wobei arsenige und antimonige Säure sich verflüchtigen, das Schwefeleisen sich mit dem NaCl zu NaO, SO_3 und zu Fe_2Cl_3 umsetzt; dies letztere giebt sein Chlor an das Silber, das Chlorsilber wird, und es entstehen Fe_2O_3 und SO_2, die entweicht. Das geröstete Erz wird gesiebt, gemahlen und in die Amalgamirtonnen mit Wasser und Eisenblechschnitzel gebracht; man läßt nun rotiren, wodurch das Eisenchlorid mit dem Eisen sich zu Eisenchlorür umsetzt; findet sich der Teig richtig beschaffen, so wird Hg zugesetzt und 20 Stunden lang drehen gelassen, wobei die Temperatur steigt. Das Chlorsilber wird vom Eisen reducirt und löst sich im Hg zu Amalgam, das abgelassen, vom überschüssigen Hg durch Pressen in Säcken befreit, und der Destillation unterworfen wird.

1269 In Peru und Mexico werden die Erze, gediegen Silber, Schwefelsilber, Chlorsilber, nach der amerikanischen Amalgamation verarbeitet. Die gepochten und gemahlenen Erze, zu 500 bis 600 Centner, werden in einem gepflasterten Hofe mit Wasser benetzt, mit 1 bis 5 Proc. Kochsalz gemengt und von Pferden oder Maulthieren durchgestampft; nach einigen Tagen Ruhe setzt man dem Teige gerösteten Kupferkies (oder Schwefelkies) zu, und Hg in drei verschieden großen Portionen, wobei das Stampfen wiederholt wird. Nach 14 Tagen hat sich der erste Zusatz von Hg mit dem Ag zu einem Amalgam verbunden; dann wird die zweite Portion zugesetzt, endlich die dritte; dabei bildet sich aus dem Kochsalz und dem gerösteten Kupferkies (CuO, SO_3 enthaltend) NaO, SO_3 und CuCl; dieses letztere wird vom Ag zerlegt und es entsteht Cu_2Cl und Chlorsilber, das vom Kochsalz gelöst und durch das Hg in Quecksilberchlorür und metallisches Silber zersetzt wird, welches mit dem Hg ein Amalgam bildet. Das Silberamalgam wird gewaschen, durch Zwillich gepreßt und in Töpfen, die verkittet werden, destillirt.

1270 Sowohl das durchs Treiben vom Blei abgesonderte Blicksilber, als das durch Amalgamation erhaltene Ag wird dem Feinbrennen unterworfen, um die fremden Metalle darin zu oxydiren. Dies geschieht in einem gußeisernen halbkugeligen Kessel, der mit einer dicken Schicht von Mergel oder Knochenasche bekleidet ist, Test, in welche sich die oxydirten Metalle ziehen; er wird mit Holzkohlen gefüllt und darauf das Silber gelegt; die brennenden Holzkohlen werden durch ein Gebläse angeblasen, welches zugleich oxydirend auf die Metalle wirkt, wie beim Treibheerde. Feinsilber darf höchstens 1 Proc. fremde Metalle enthalten.

1271 Reines Silber ist das weißeste aller Metalle; es nimmt eine sehr schöne glänzende Politur an, die an der Luft nicht blind wird, wenn kein HS in derselben ist. Polirtes Silber reflectirt Licht und Wärme am besten von allen Metallen. Sein specif. Gewicht ist = 10,5. Es ist härter als Gold, und schon wenig Cu erhöht seine Härte bedeutend. Nach dem Golde ist es das

geschmeidigste Metall; es kann zu sehr dünnen Blättern ausgehämmert und zu sehr dünnen Drähten ausgezogen werden. Es schmilzt bei Weißglühhitze, bei etwa 1000° C.; in sehr hoher Temperatur verflüchtigt es sich merklich, besonders durch den galvanischen Strom.

Es absorbirt geschmolzen reichlich O, der beim Erstarren wieder und oft so plötzlich entweicht, daß es aufkocht, es spratzt, wobei es oft sich mit Vegetationen bedeckt. Streut man Kohlenstaub auf die Oberfläche des geschmolzenen Silbers, woran es seinen O abgeben kann, oder ist es nicht rein (enthält nur 1 bis 2 Proc. Cu), so tritt diese Erscheinung nicht ein. 1272

Man bringe etwas Lösung von salpetersaurem Silberoxyd auf eine Glas- 1273
platte und lege in die Flüssigkeit ein Stückchen Zink; das Silbersalz wird reducirt und Silber schießt um das Zink, das sich am Rande schwärzt, in glänzenden Silberzweigen an, mit sehr zarten Krystallblättchen, die sich durch die ganze Flüssigkeit verzweigen; man kann auch ein Stück Zink in eine Lösung des salpetersauren Silberoxyds hängen, wo die gleiche Erscheinung eintritt. Wird 1 Thl. Ag mit 5 Thln. Hg amalgamirt und das Amalgam mit einer Lösung von salpetersaurem Silberoxyd übergossen, so setzt sich bald ein festes Amalgam von Ag und Hg in glänzenden Nadeln an, die oft das ganze Gefäß erfüllen und baumähnliche Vegetationen bilden, den Dianenbaum; er entsteht auch, wenn man zu der Silberlösung eine Lösung von 2 Thln. HgO, NO_5 in 4 Thln. Wasser setzt. Das Silber krystallisirt aus der Silberlösung durch den Einfluß schwacher galvanischer Ströme in Würfeln, ebenso durch Schmelzen und Ausgießen. Aus den Lösungen wird wohl mit Kupfer feines Silberpulver niedergeschlagen, oder dies gebildet, indem man Chlorsilber mit Zink und Wasser kocht. Das Silberpulver wird zum Versilbern des Porzellans und des Glases gebraucht; man überzieht diese Versilberung noch mit einer dünnen Goldschicht und brennt dann ein.

Reines Silber wird auf folgende Art dargestellt: Silbermünzen werden 1274
in Salpetersäure gelöst; durch Kochsalz oder Salzsäure wird das Silber als Chlorsilber gefällt, vollkommen ausgewaschen und in einem Gefäß mit Wasser übergossen, dem wenig HCl zugesetzt ist, und in dies Wasser ein Streifen Zinkblech (oder Eisenblech) gelegt; das Ag wird nun reducirt und bleibt im schwammigen Zustande zurück, während sich Chlorzink (Eisenchlorür) bildet; es wird dann ausgewaschen und geschmolzen. Oder man bringt das Chlorsilber in ein etwas weites, an einem Ende mit Thierblase überbundenes Cylinderglas, Lampenglas (wie bei der Galvanoplastik Nr. 1183), füllt es etwa halb mit sehr verdünnter Schwefelsäure, und senkt es in ein anderes Gefäß mit verdünnter Schwefelsäure; in das Chlorsilber taucht man das Ende eines Silberdrahts, der am andern Ende ein Stück Zink angelöthet trägt, das in der Flüssigkeit des äußern Gefäßes liegt. Die Reduction des Silbers pflanzt sich vom Silberdrahte durch die ganze Masse des Chlorsilbers fort. Auch durch Schmelzen von 5 Thln. Chlorsilber mit 1 Thl. frisch gebranntem Kalk, oder von 1 Thl. Chlorsilber mit 1 Thl. KO, CO_2 oder NaO, CO_2 kann

man die Reduction bewerkstelligen. Man kann auch 3 Thle. Chlorsilber mit 1 Thl. Kolophoniumpulver zusammenschmelzen, so lange noch Gase sich entwickeln, dann Borax zusetzen, wodurch das reducirte Ag zusammenschmilzt.

1275 Das Silber wird vielfach benutzt, um damit andere Metalle zu überziehen, zu versilbern. Man unterscheidet die Feuerversilberung, die kalte Versilberung (ächte Anreibung), die nasse Versilberung (Silbersud), die galvanische Versilberung und die Versilberung durch Plattiren.

Zur Feuerversilberung dient ein Silberamalgam, bereitet durch Auflösen von Ag in erhitztem Hg und Auspressen des Amalgams vom Hg. Es wird mit etwas Lösung von HgO, NO_5 mit Messingbürste auf die gereinigte Oberfläche aufgetragen, worauf das Hg durch Erhitzen vertrieben wird; die Silberschicht wird durch öfteres Auftragen von Amalgam, Erhitzen ꝛc. verstärkt, dann die geschwärzte Fläche in Weinstein- und Kochsalzlösung gesotten und polirt. Eisen wird vorher entweder mit Kupfer überzogen oder gekocht in einer Lösung, bestehend aus 24 Thln. Hg, 4 Thln. Eisenvitriol, 24 Thln. Wasser und 3 Thln. HCl.

Eine Art Feuerversilberung wird auch auf folgende Art ausgeführt: Die Gegenstände werden in Kochsalzlösung getaucht, dann mit einem Pulver bepudert, das aus 1 Thl. Silberpulver, 1 Thl. Chlorsilber und 2 Thln. entwässertem Borax besteht. Darauf wird zum Rothglühen erhitzt, in Weinsteinlösung getaucht und mit der Kratzbürste gereinigt. Dies Verfahren wird wiederholt, indem man das Pulver mit Salmiak, Kochsalz, Zinkvitriol und Glasgalle vermengt, als Brei mit Wasser aufträgt.

In der kalten Versilberung wird ein Gemenge von 1 Thl. frisch gefälltem Chlorsilber, 1 Thl. Kochsalz, 3 Thln. Pottasche und 1 Thl. sehr feiner Kreide mit einem Korke aufgetragen und auf der gut gereinigten Fläche verrieben, bis sie weiß ist, dann gewaschen, getrocknet und mit Leder gerieben. Oder es wird ein wässriger Brei von 1 Thl. salpetersaurem Silberoxyd und 3 Thln. Cyankalium mit Flanell aufgerieben, gespült und mit Leder gerieben.

Naß versilbert werden die gut gereinigten Gegenstände, indem man sie $1/4$ Stunde lang sieden läßt in einer Lösung von 1 Thl. Chlorsilber, 16 Thln. Kochsalz, 16 Thln. gereinigtem Weinstein.

Die galvanische Versilberung geschieht durch eine Säule von 2, 3, 4 Elementen, nach der Größe und Menge der zu versilbernden Gegenstände. Diese hängen an dem Leitungsdrahte des Zinkpols in der Flüssigkeit; von dem Leitungsdrahte des Kupferpols taucht eine Silberplatte ein, die sich löst, wie sich Ag niederschlägt. Zur Versilberungsflüssigkeit wird frisch gefälltes Chlorsilber in Salpetersäure gelöst (oder Höllensteinlösung) und Cyankalium mit Wasser zugesetzt, bis der entstehende Niederschlag wieder verschwindet. Man kann auch 3 Thle. Höllenstein mit $7^1/_2$ Thln. geschmolzenem Blutlaugensalz in 200 Thln. Wasser lösen, kochen, noch 500 Thle. Wasser zusetzen, kochen und filtriren.

Statt des giftigen Cyankaliums nimmt man zweckmäßig kohlensaures Silberoxyd mit schwefligsaurem Natron in Wasser gelöst, wobei man die Sachen oft herausnimmt und mit Weinstein abputzt. Durch einfache Berührung der in der Versilberungsflüssigkeit liegenden Gegenstände mit blankem Zink kann man auch schon versilbern; als Flüssigkeit nimmt man eine Lösung von feuchtem Chlorsilber in Aetzammoniak und setzt dazu Cyankalium, kohlensaures Natron, Kochsalz und kocht. Zinn und Eisen werden vor dem Versilbern verkupfert.

Bei der Plattirung wird das zu versilbernde Metall, Kupfer, Argentan, auch Eisen und Stahl in Salpetersäure getaucht und durch Kratzen rauh gemacht; dann wird erhitzt, Blattsilber aufgelegt und dieses mit dem Polirstahl festgedrückt; Kupfer wird noch gewalzt, worauf die Silberplatte fest haftet.

Glas kann man mit einem spiegelnden Silberbeleg versehen auf folgende 1276
Art: Man löst 5 Thle. Höllenstein in Aetzammoniak und setzt eine Lösung von 1 Tropfen Cassiaöl und 2 Tropfen Nelkenöl in $1\frac{1}{2}$ Quentchen Weingeist zu. Die filtrirte Flüssigkeit wird dann auf die gut gereinigte Glasfläche gebracht, auf der sich nach einigen Stunden eine blanke Silberschicht abgelagert zeigt, die man mit Weingeist abwäscht.

Das Ag legirt sich mit den meisten Metallen; gewöhnlich wird es mit Cu 1277
versetzt, um es härter zu machen. Je nach der Menge des Silbers, die in der Mark, 16 Loth, mit Cu legirten Silbers enthalten ist, erhält die Legirung den Namen; enthält die Mark Legirung 15 Loth Ag, also 1 Loth Cu, so heißt sie 15löthig; 12löthiges Silber enthält also auf 16 Loth 12 Loth Ag 4 Loth Cu 2c.

Zu Münzen schmilzt man beide Metalle in richtigem Verhältniß zusammen, gießt daraus Stangen, Zaine, in Formen, und walzt sie bis zur richtigen Stärke aus. Dann schlägt man aus den Blechen die passenden runden Platten und siedet sie in verdünnter Schwefelsäure weiß, d. h. entfernt von der Oberfläche das Cu, wodurch die Münze bei der nun folgenden Präge eine schöne Oberfläche von Feinsilber erhält. Den Gehalt einer Legirung an Ag findet man durch Zusammenschmelzen mit Blei in porösen Schälchen von Knochenasche bei Luftzutritt, wobei das schmelzende Blei den oxydirten Zusatz (Cu) aufnimmt und das Ag rein hinterläßt. Besser geschieht die Probe auf nassem Wege, indem man einen abgewogenen Theil der Legirung in Salpetersäure löst, daraus das Silber durch ein bestimmtes Maaß von Kochsalzlösung von bekanntem Gehalte vollständig ausfällt und aus der Menge der zugesetzten Kochsalzlösung das Ag berechnet.

Das Ag wird von concentrirter Schwefelsäure gelöst unter Entwickelung 1278
von SO_2. Salpetersäure löst es am leichtesten unter Entbindung von NO_2.

Verbindungen mit O.

a. Silberoxydul, Ag_2O.

Wird eine Lösung von salpetersaurem Silberoxyd mit einer Lösung von 1279
NaO, CO_2 gefällt, der weiße Niederschlag von kohlensaurem Silberoxyd rasch

gewaschen und in Citronsäurelösung (Citronsäure in hellen Krystallen bekommt man in der Apotheke) gelöst, dann im Wasserbade vorsichtig getrocknet und der Rückstand in einer Glasröhre, die in siedendem Wasser taucht, der Einwirkung von durchstreichendem trocknen HS ausgesetzt, so erhält man dunkelbraunes Silberoxydsalz, aus dem Wasser die Hälfte der Citronsäure auszieht und citronsaures Silberoxydul hinterläßt, das sich schwierig in Wasser mit rothgelber Farbe auflöst. Aus dieser Lösung fällt Aetzkali das Ag_2O als braunes, im trocknen Zustande schwarzes Pulver. Es zersetzt sich durch Säuren in Ag und AgO.

b. Silberoxyd, AgO.

1280 Wird einer Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd eine Lösung von Aetzkali oder Aetznatron bis zur alkalischen Reaction zugesetzt, so fällt ein hellbrauner Niederschlag von AgO, der nach dem Trocknen dunkel olivenfarbig erscheint. Es kann auch dargestellt werden, wenn man frisch gefälltes gewaschenes Chlorsilber mit etwas Wasser aufschwämmt und in kochende Kalilösung gießt, ohne daß diese zu kochen aufhört.

AgO ist eine starke Basis und zerfällt in mäßiger Hitze in O und Ag. Wird frisch bereitetes AgO mit concentrirtem Aetzammoniak digerirt, so wird es zum schwarzen Pulver, dem gefährlichen Knallsilber, das feucht durch Druck mit furchtbarer Heftigkeit explodirt, trocken schon bei Berührung mit einer Feder. Seine mögliche Entstehung ist wohl zu beachten, wenn man durch Fällung von salpetersaurem Silberoxyd mit Aetzammoniak AgO darstellen will.

c. Silbersuperoxyd, AgO_2.

1281 Leitet man den galvanischen Strom durch dicke Platindrähte in eine Lösung von Höllenstein, so erzeugen sich rasch am positiven Pol schwarze glänzende Krystalle, Octaëder, von AgO_2, am negativen Pol aber Silberkrystalle.

Das AgO_2 liefert mit Säuren O und AgO, mit HCl Chlor.

Verbindungen mit S.

Schwefelsilber, AgS.

1282 Es entsteht durch Zusammenschmelzen von Ag und S. Es schmilzt in hoher Temperatur zur grauen, metallglänzenden Masse, die so weich ist, daß sie mit dem Messer geschnitten werden kann. Es findet sich in der Natur krystallisirt, Silberglanz, noch öfter verbunden mit anderen Schwefelmetallen.

Als schwarzes Pulver wird es durch HS aus den Silberoxydsalzen gefällt. Gegenstände von Silber überziehen sich in Luft, welche HS enthält, leicht mit schwärzlicher Haut von AgS, so in der Nähe nicht frischer Eier, Zündhölzchen, Fische rc., auch in Zimmern, wo Steinkohlen gebrannt werden, welche Schwefeleisen enthalten. Man reinigt angelaufene Silbersachen durch Reiben mit feinem Kreidepulver und Branntwein oder Essig.

Verbindungen mit Halogenen.

a. Silberchlorür, Ag_2Cl.

Es entsteht durch Behandeln des citronsauren Silberoxyds mit HCl als braune Masse. 1283

b. Silberchlorid, Chlorsilber, AgCl.

Es wird aus den Silbersalzen, z. B. salpetersaurem Silberoxyd, durch Salzsäure und aufgelöste Chlormetalle (Kochsalz) als käsiger weißer Niederschlag gefällt, der sich durch Schütteln besser absetzt und ballt. Das Chlorsilber ist unlöslich in Wasser und in den meisten Sauerstoffsäuren, löslich in siedender HCl, ganz besonders in Aetzammoniak, auch in heißer Kochsalzlösung; aus den gesättigten Lösungen schießt es in Octaëdern an. Es schmilzt leicht zur gelben Flüssigkeit, die erstarrt eine faserige, mit dem Messer schneidbare Masse von hornähnlichem Ansehen liefert, daher man sie Hornsilber genannt hat. Das Hornsilber haftet sehr fest an der Schale, worin man es geschmolzen; um es zu entfernen, wird es mit etwas durch HCl angesäuertem Wasser übergossen und ein Stückchen Zink hineingelegt, wodurch das Chlorsilber sich oberflächlich reducirt und sich ablöst. 1284

Vom Lichte wird das Chlorsilber gefärbt, anfangs violett, dann schwarz. Taucht man Papier erst in gelöstes salpetersaures Silberoxyd, dann in Kochsalzlösung, legt dann darauf einen Kupferstich, ein Gewebe oder dergleichen, und setzt es der Einwirkung des Sonnenlichtes aus, so färbt das unbedeckte Chlorid sich schwarz und man erhält ein weißes Bild; wird nun das Papier mit unterchlorigsaurer Natronlösung gewaschen, so nimmt diese das unveränderte Chlorsilber fort und es bleibt die Zeichnung als negative, d. h. als ein Bild, worin die Schatten hell und die Lichtpartien dunkel sind. Mit einer Lösung von AgCl in Aetzammoniak färbt man Perlmutterknöpfe schwarz, indem man sie mehrere Tage lang in der Lösung läßt und dann an's Sonnenlicht bringt. 1285

Es kommt auch als seltenes Mineral in der Natur vor, als graue Octaëder.

c. Bromsilber, AgBr.

Durch Fällung einer Lösung von salpetersaurem Silberoxyd mit Bromkalium entsteht AgBr als schwach gelblicher Niederschlag. 1286

d. Jodsilber, AgJ.

Durch Fällung von Höllensteinlösung mit Jodkalium erhält man AgJ als hellgelben käsigen Niederschlag, der sich nicht so leicht schwärzt als AgCl. Es wird zur Bereitung des Papiers gebraucht, dessen man sich in der Photographie bedient. Auf den Silberplatten zu den Daguerre'schen Lichtbildern wird 1287

es nebst Bromsilber erzeugt, indem man die gut polirte Silberfläche den Dämpfen von Jod und Brom aussetzt.

Die Haloidsalze des Silbers bilden mit den anderen Haloidsalzen leicht Doppelsalze.

Sauerstoffsalze.

a. Schwefelsaures Silberoxyd, AgO, SO_3.

1288 Es wird dargestellt durch Erhitzen des Ag mit SO_3, HO, wobei SO_2 entweicht; es fällt in kleinen weißen Krystallen nieder.

In Wasser ist dies Salz schwer, in Aetzammoniak leicht löslich, woraus eine Verbindung mit Ammoniak in Krystallen sich absondert.

b. Unterschwefligsaures Silberoxyd, AgO, S_2O_2.

1289 Wird überschüssiges in Wasser gelöstes salpetersaures Silberoxyd von NaO, S_2O_2 in Lösung gefällt, so fällt AgO, S_2O_2 als schmutzig weißer Niederschlag, der sich bald schwärzt und in der Flüssigkeit wieder löst, indem ein Doppelsalz entsteht. Digerirt man eine Lösung von NaO, S_2O_2 mit AgO, so wird dieses gelöst und giebt ein Doppelsalz, unterschwefligsaures Natron-Silberoxyd, welches Doppelsalz ebenfalls entsteht, wenn man statt des AgO in die Lösung Chlor-, Brom- oder Jodsilber giebt. Dieser Eigenschaft wegen wird das NaO, S_2O_2 in der Photographie gebraucht, um das Chlor-, Brom- oder Jodsilber, das nicht durch Licht verändert ist, wegzunehmen (s. Nr. 1285).

c. Kohlensaures Silberoxyd, AgO, CO_2.

1290 Durch Fällung von Höllensteinlösung mit einer Lösung von NaO, CO_2 entsteht dies Salz als weißer, an der Luft rasch sich bräunender Niederschlag. In Säuren gelöst, liefert es mit diesen Salze, z. B. in Citronsäure das citronsaure Siberoxyd, in Essigsäure das essigsaure Silberoxyd.

d. Salpetersaures Silberoxyd, Höllenstein, AgO, NO_5.

1291 Wird reines Ag in mäßig concentrirter Salpetersäure gelöst und die Lösung eingedampft, so erhält man farblose Tafeln des wasserfreien Salzes. Aus kupferhaltigem Silber kann man auch reines AgO, NO_5 darstellen, indem man es in Salpetersäure löst bis zur vollkommenen Sättigung, oder besser es nach der Lösung zur Vertreibung der überschüssigen Säure zur Trockne abdampft und in Wasser wieder löst; dann wird ein Theil der Lösung ($^1/_5$) mit Aetzkali gefällt, der Niederschlag, AgO und CuO, vollkommen ausgesüßt und damit die übrige Lösung ($^4/_5$) digerirt, wodurch das CuO ausgefällt wird (das in dem Rückstande gebliebene AgO gewinnt man durch Lösung desselben in Salzsäure, welche das CuO löst, das Silber als $AgCl$ läßt). Man kann auch die Lösung des unreinen Silbers zur Trockne verdampfen und den Rückstand bei gelinder Hitze schmelzen (wodurch das CuO, NO_5 in CuO sich ver-

wandelt), bis die Masse schwarz geworden ist und eine Probe in Aetzammoniak dieses nicht mehr bläut; man zieht dann mit Wasser aus. Auch wird wohl das Ag aus der kupferhaltigen Lösung mit Salzsäure oder Kochsalzlösung als Chlorsilber gefällt, dieses reducirt und das Ag in Salpetersäure gelöst (siehe Nr. 1274).

Das $Ag O, NO_5$ wird häufig geschmolzen und in eisernen Formen zu 1292
Stängelchen ausgegossen; so wird es zum Aetzen von Wunden ꝛc. gebraucht. Der Schmerz, den es durch seine ätzende Wirkung in Wunden verursacht, hat ihm den Namen »Höllenstein« zugezogen.

Es löst sich in 1 Thl. kaltem und $1/2$ Thl. warmem Wasser. In der 1293
Dunkelrothglühhitze entweicht O und es entsteht salpetrigsaures Silberoxyd. In Berührung mit organischen Stoffen, Staub, Papier, schwärzt es sich am Sonnenlichte, indem $Ag O$ entsteht. Es schmeckt metallisch.

Es färbt, auf die Haut gebracht, dieselbe braun, endlich schwarz, welche 1294
Färbung nur durch Cyankalium zu entfernen ist. Wegen dieser Eigenschaft, organische Stoffe schwarz zu färben, wird die Lösung des Salzes wohl zum Schwarzfärben der Haare benutzt, wobei man oft nachher Schwefelleberlösung braucht, um schwarzes Schwefelsilber zu erzeugen.

Auf Elfenbein kann man vertiefte Zeichnungen hervorbringen, indem man das Elfenbein mit Aetzgrund überzieht, darin die Zeichnung eingräbt (bis auf's Elfenbein), und mit einer Lösung von $1/2$ Loth Ag in $2^1/_2$ Loth Salpetersäure, mit 1 Quart Wasser verdünnt, übergießt; nach einer halben Stunde wäscht man ab, setzt dem Sonnenlichte aus und entfernt den Aetzgrund mit Terpentinöl.

Auch zum Zeichnen der Wäsche bedient man sich der Lösung des $Ag O, N O_5$; man reibt nämlich das Salz mit gleichviel Weinstein zusammen, löst in Ammoniak und setzt Gummi zu; die zu zeichnende Stelle des Zeuges benetzt man mit einer Lösung von Soda und Gummi, trocknet und glättet sie, und zeichnet mit der Stahlfeder. Die Schrift, dem Sonnenlichte ausgesetzt, erscheint schwarz. Dann wird ausgewaschen.

e. Knallsaures Silberoxyd, Knallsilber.

Es wird dargestellt, indem man 1 Thl. Ag in 10 Thln. Salpetersäure 1295
bei gelinder Wärme löst, die Lösung in 20 Thle. Weingeist (von 90 Proc.) gießt, gelinde erwärmt bis zum anfangenden Sieden und erkalten läßt, worauf das Salz in weißen Krystallen anschießt. Es explodirt durch Reiben, Stoß, noch viel heftiger als knallsaures Quecksilberoxyd; es explodirt sogar unter Wasser, ist also immer sehr gefährlich zu handhaben. Es wird zur Anfertigung von Knallerbsen, Knallfidibus gebraucht.

f. Chromsaures Silberoxyd, AgO, CrO_3.

1296 Es entsteht als schön dunkelrothes Pulver durch gegenseitige Zersetzung der Lösungen von $KO, 2\,CrO_3$ und AgO, NO_5; auch in dunkelrothen Krystallen aus den heißen, stark angesäuerten Lösungen.

1297 Die Silberoxydsalze sind theils in Wasser unlöslich, theils löslich; diese letzteren sind von metallischem Geschmack und wirken giftig. Viele schwärzen sich am Sonnenlichte. HS und Schwefelammon fällen schwarzes AgS, das kochende Salpetersäure in S und AgO, NO_5 zerlegt. Die ätzenden Alkalien fällen braunes AgO, löslich in Aetzammoniak. Kohlensaure Alkalien schlagen AgO, CO_2 nieder, das sich in Aetzammoniak und kohlensaurem Ammoniak leicht löst. Salzsäure und lösliche Chlormetalle fällen weißes, käseartiges $AgCl$, löslich in Aetzammoniak. Oxalsäure schlägt weißes, oxalsaures Silberoxyd nieder. Ferrocyankalium fällt weiß, Ferridcyankalium rothbraun. Fe, Zn, Cu fällen metallisches Ag aus den Silbersalzlösungen.

Mit Soda vor dem Löthrohre auf Kohle werden die Salze des Ag leicht zu Metall reducirt.

Fragen und Aufgaben zu schriftlicher Ausarbeitung.

a. Was ist ein Test? — b. Warum setzt man dem Ag gewöhnlich Cu zu? — c. Wodurch wird das Spratzen des Ag verursacht? — d. Welche Kraft ist wohl bei der Entstehung des Dianenbaumes thätig? — e. Welche Eigenschaft zeichnet das Silber vor allen Metallen aus? — f. Warum nennt man es ein edles Metall? — g. Wodurch unterscheidet sich die Feuerversilberung von der kalten Versilberung? — h. Wie kann man sich erklären, daß die Versilberung schon vor sich geht, wenn man die in der Versilberungsflüssigkeit liegenden Gegenstände mit Zink berührt? — i. Wie viel Pfund Cu sind in 30 Pfund 12löthigem Silber enthalten? Wie viel Pfund Silber? — k. Wie verfährt man, um den neuen Silbermünzen eine so schöne Silberoberfläche zu geben? — l. Welche Eigenschaft zeichnet die Verbindungen des Ag mit Cl, Br und J aus? — m. Welches Salz bildet ein Auflösungsmittel dieser Silberhaloidsalze? — n. Durch welche Säure kann man ein Gemenge von AgO und CuO trennen? — o. Durch welches Salz kann man die durch Höllensteinlösung auf Wäsche hervorgebrachte Zeichnung wieder entfernen? — p. Welches Silbersalz bildet in der Chemie ein oft gebrauchtes Reagenz? — q. Durch welches Verhalten giebt AgO, NO_5 Salzsäure und manche lösliche Chlormetalle zu erkennen? — r. Welche Anwendungen findet das Silber im gewerblichen Leben, welche im häuslichen? — s. Wodurch kann Ag zum Krystallisiren gebracht werden? — t. Welche Anwendungen findet salpetersaures Silberoxyd?

XLIII. Gold, Aurum, Au.

Das Gold findet sich meist gediegen in der Natur, fast immer mit Silber, doch auch mit anderen Metallen, so enthält das Schrifterz Au, Ag und Fe, Weißtellur Au, Ag, Pb, Te. 1298

Es findet sich häufig, aber nirgends in großen Massen; in Gängen, meist von Quarz, im Urgebirge, in kleinen Adern und im losen Quarzsande, nahe dem Urgebirge. Am häufigsten kommt es in Californien und Mexico, in Neuholland vor (im Quarz eingewachsen), in Südamerika, in Rußland am Ural, in Afrika.

Im Goldsande findet es sich in Blättchen und Körnern, oft so groß wie Haselnüsse, selten in großen Klumpen; so fand man im Ural einen Klumpen von 82 Pfund. Im Sande der meisten vom Urgebirge kommenden Flüsse findet es sich in sehr feinen Blättchen, meist in so geringer Menge, daß sich die Ausbeute nur dann lohnt, wenn andere Arbeit fehlt.

Der Gold führende Sand wird meist in Holzmulden oder auf geneigten Brettern gewaschen, während Querrinnen die schweren Goldkörnchen zurückhalten. Aus dem Waschgold gewinnt man das reine Gold durch Amalgamation; das überflüssige Hg wird durch Pressen beseitigt, vom Goldamalgam das Hg abdestillirt. 1299

Goldhaltende Bleierze werden zu Werkblei verarbeitet, daraus wird durch die Treibarbeit goldhaltiges Silber gewonnen. Goldführendes Kupfererz wird erst zu Schwarzkupfer verarbeitet und dann mit Blei ausgesaigert, oder der Stein dem Amalgamationsverfahren unterworfen. So wird in Tyrol aus goldhaltigem Schwefelkies Gold gewonnen, indem auf eigenen Mühlen das Erz fein gemahlen und geschlämmt, dann amalgamirt wird.

Aus dem goldhaltigen Silber gewinnt man das Au durch das sogenannte Affiniren.

Früher schied man das Ag von dem Au durch Salpetersäure (Scheidewasser); dabei muß aber die Legirung doppelt so viel Ag als Au enthalten, indem sonst das Au einen Theil des Ag vor dem Auflösen schützt; fehlt also Ag, so muß so viel zugesetzt werden. Sonst glaubte man, daß das Au $^1/_4$ der Legirung ausmachen müsse, daher für diese Arbeit der Name Quartirung, Scheidung durch die Quart.

Jetzt wendet man allgemein zur Affinirung nur Schwefelsäure an; die Legirung darf nicht mehr als 20 Proc. Au enthalten, und nicht mehr als 10 Proc. Cu. Sie wird geschmolzen und durch Eingießen in Wasser granulirt, dann mit überschüssiger Schwefelsäure in Kesseln von Gußeisen oder Platin gekocht, wobei ein aufgesetzter Helm die sich entwickelnde SO_2 ableitet. Nach vier Stunden ist die Auflösung erfolgt, und man schöpft mit eisernen Löffeln in Bleigefäße, verdünnt mit Wasser, läßt die verdünnte Lösung von

AgO, SO_3 und CuO, SO_3 ab, wäscht das graue, pulvrige Gold am Boden aus, knetet es und schmilzt es in Graphittiegeln. Die Silberkupferlösung wird in durch Dampf erwärmte Bleikessel gefüllt, worin Kupferblech das Ag in kleinen Krystallen ausfällt; dies wird ausgewaschen, durch Pressen in Stücke geformt und mit KO, NO_5 geschmolzen. Das gewonnene Au wird nochmals mit Schwefelsäure behandelt, um alles Ag auszuziehen, dann wieder eingeschmolzen. Das CuO, SO_3 wird eingedampft zur Krystallisation.

1300 Um reines Gold darzustellen, löst man eine Goldmünze (mit Ag oder Cu legirt) in Königswasser (Goldchlorid), dampft im Wasserbade so lange ab, als noch saure Dämpfe sich enwickeln, löst in Wasser auf, setzt HCl zu und dann eine Lösung von FeO, SO_3; es entsteht Fe_2O_3, SO_3, Eisenchlorid und Gold als brauner Niederschlag, den man aussüßt und mit Salpeter und Borax einschmilzt. Ist die Lösung des Goldchlorids verdünnt, so erscheint sie nach dem Zusatz von Eisenvitriol beim Durchsehen blau, bei auffallendem Lichte gelb.

1301 Das Gold hat eine gelbe Farbe und großen Glanz, ein specif. Gewicht = 19,5. Bei etwa 1200° C. schmilzt es in der Weißglühhitze.

Durch Entladung einer starken galvanischen Batterie wird es (als feiner Draht, Blattgold) in Dampf verflüchtigt und setzt sich auf Papier oder Silber als brauner Ueberzug an; der Schlag einer elektrischen Batterie, durch ein Stück zwischen Glas gepreßtes Blattgold geleitet, schmilzt das Gold mit brauner Farbe ins Glas. Gold besitzt eine größere Geschmeidigkeit als irgend ein anderes Metall; ein Gran Au liefert einen Draht von 500 Fuß Länge; eine Silberstange von $1^1/_4$ Zoll Dicke und 22 Zoll Länge mit 1 Loth Gold überzogen, giebt einen Draht von 110 französischen Meilen, der noch überall vergoldet ist, die Goldschicht ist aber so dünn, daß 14 Millionen dieser Schichten erst die Dicke eines Zolls hätten. Es läßt sich zu sehr dünnen Blättchen ausschlagen, von dem Buchbinder und Vergolder gebraucht; zu ihrer Darstellung walzt man Ducatengold zu sehr dünnen Blechen aus, schneidet in kleine Quadrate und schmiedet diese mit breiten Hämmern zwischen Pergamentblättern aus, dann zwischen Goldschlägerhaut (aus dem feinen Oberhäutchen des Blinddarms des Ochsen gemacht), bis die Blättchen hinlänglich dünn sind; aus 1 Ducaten schlägt man 2700 Quadratzoll Blattgold.

1302 Goldpulver erhält man durch Eingießen von Goldchloridlösung in eine mit etwas HCl versetzte Lösung von Eisenvitriol; es wird mit Kienruß und Spicköl zum Vergolden auf Porzellan oder Glas getragen und eingebrannt.

1303 Das Gold wird, weil es rein zu weich ist, mit Cu oder Ag legirt. Man drückt den Goldgehalt in Karat und Grän aus (1 Mark hat 24 Karat, 1 Karat 12 Grän; Feingold ist 24karätig); man nennt die Goldlegirung nach der Karatzahl des Goldes; 14karätig z. B. heißt das Gold, welches 14 Thle. Gold enthält und 10 Thle. Zusatz. 14karätige Kupferlegirung ist roth, 14karätige Silberlegirung weiß.

Die gewöhnlichen Goldarbeiten werden wohl gelb gefärbt; man glüht sie nämlich, siedet sie blank in sehr verdünnter Salpeter- oder Schwefelsäure und taucht sie dann, an Gold- oder Platindraht hängend, in ein mit wenig Wasser zusammengeschmolzenes Gemenge von Salpeter, Kochsalz und Alaun, mit etwas HCl versetzt, spült ab in kochendem und dann in kaltem Wasser, und wiederholt dies Verfahren so lange, bis die gewünschte Farbe erschienen ist. Durch dieses Verfahren wird Cu oder Ag von der Oberfläche gelöst und auf derselben Feingold erzeugt. Den Goldgehalt der Legirungen erfährt man durch die Goldprobe, die auf folgende Art ausgeführt wird: Die Legirung wird auf der Kapelle (Test) mit Blei abgetrieben, dies mit Feinsilber und Blei wiederholt, dann die Probe zum Bleche ausgehämmert, geglüht, zu einem Röllchen gebogen, und dies mit Salpetersäure erhitzt; das rückständige Gold wird dann abgespült, geglüht und gewogen. Einen Schluß auf den Gehalt einer Goldlegirung gestattet auch die Probe mit dem Strich, die namentlich von dem Goldarbeiter ausgeführt wird: Er macht mit der Legirung, der Goldarbeit, einen Strich auf einem schwarzen Stein, dem Probirstein (schwarzer Quarz, lydischer Stein), und daneben einen Strich mit einer Nadel, von denen er eine Anzahl hat und die aus bekannten Legirungen angefertigt sind, vergleicht die beiden Striche und fährt über beide mit einem in Salpetersäure mit 2 Proc. HCl getauchten Glasstäbchen, und prüft die Farbe und die Art, wie beide Striche von den Säuren angegriffen sind.

Gold wird viel zum Vergolden metallener Gegenstände gebraucht. 1304

Die Feuervergoldung wird mit Goldamalgam ausgeführt; dies wird angefertigt, indem man zu rothglühendem Golde 6 bis 8 Thle. Hg setzt, umrührt, in kaltes Wasser gießt, und von dem überflüssigen Hg durch Pressen befreit, wonach ein Amalgam bleibt, bestehend aus 2 Thln. Au und 1 Thl. Hg. Das Amalgam wird auf die gut gereinigte Fläche aufgetragen, eingerieben, erhitzt und polirt, wie beim Silber angegeben.

Die kalte Vergoldung, besonders auf Silber und Messing, führt man aus, indem man Lappen, in Goldlösung getaucht, zu Asche verbrennt, und diese mit einem in Salzwasser getauchten Kork aufreibt; nachher wird polirt mit Colcothar und Seifenwasser. Eisen und Stahl werden vorher verkupfert. Man führt auch die kalte Vergoldung durch Auftragen eines Breies von Goldchlorid, von Cyankalium und Kreide aus.

Zur nassen Vergoldung, Goldsud, löst man 1 Thl. Au in Königswasser, dampft zur Trockne ab, löst in etwas Wasser und schüttet 30 Thle. $KO, 2\,CO_2$ zu; diese Mischung wird einer kochenden Lösung von 200 Thln. Wasser mit 30 Thln. $KO, 2\,CO_2$ zugesetzt, zwei Stunden lang gekocht, bis die gelbe Farbe der Mischung grün erscheint; dann werden die zu vergoldenden Gegenstände eingetaucht, die erst schwarz, dann gelb werden; durch Berührung mit Zink (für Ag oder Cu) oder Blei (für Fe) läßt sich die Vergoldung beschleunigen. Eine schnell und ohne Contact vergoldende Flüssigkeit kann man sich bereiten, wenn man 80 Thle. b-phosphorsaures NaO (durch Glühen des

gewöhnlichen phosphorsauren Natrons) in 1000 Thln. Wasser löst und 1 Thl. Goldchlorid zusetzt. Auch eine kochende Lösung von 1 Thl. Goldchlorid, 5 Thln. Blutlaugensalz, 5 Thln. Kochsalz in 50 Thln. Wasser, oder Goldchlorid in kochender Cyankaliumlösung vergolden sehr gut; letztere besonders Kupfer, Messing, Bronze, Silber (mit Kupferdraht umwickelt).

Für die galvanische Vergoldung bedient man sich derselben Apparate, wie bei der Versilberung durch die Säule, und meist einer Lösung von Goldchlorid in Cyankalium; die zu vergoldenden Gegenstände nimmt man von Zeit zu Zeit heraus und putzt mit Weinstein. Statt der Lösung von Cyankalium und Goldchlorid wendet man auch Ferrocyankalium an, wovon 8 Loth mit 1 Loth NaO, CO_2 in $2^1/_2$ Pfund Regenwasser gelöst werden; dann wird das Goldchlorid, aus einem Ducaten, der kochenden Flüssigkeit zugesetzt, der braune Niederschlag abfiltrirt. Die Goldplattirung wird wie die Silberplattirung ausgeführt, durch Aufreiben von Blattgold, Aufwalzen und Aufziehen von Goldplatten 2c.

Verbindungen mit O.

a. Goldoxydul, Au_2O.

1305 Wird Gold in Königswasser gelöst, abgedampft, der Rückstand im Sandbade nicht über 150° C. erhitzt, bis er gelb geworden (Goldchlorür), dann in Wasser aufgenommen und mit Aetzkalilösung versetzt, so entsteht Au_2O als schwärzlich violettes Pulver, das getrocknet blauviolett wird. Es zersetzt sich bei 250° C. in Au und O. Königswasser löst es leicht zu Chlorid; auch HCl löst es zu Chlorid mit Hinterlassung von Goldmetall.

b. Goldoxyd, Au_2O_3, Goldsäure.

1306 Es wird bereitet, indem man Au in Königswasser löst, abdampft, in Wasser wieder aufnimmt, dann mit NaO, CO_2 sättigt und kocht, so lange noch ein Niederschlag entsteht. Ein Theil bleibt in der Lösung, daher wird diese nach dem Filtriren mit Aetzkali im Ueberschuß versetzt und Essigsäure zugesetzt. Oder man digerirt die Goldchloridlösung mit reiner gebrannter Magnesia, wodurch ein Niederschlag von goldsaurer Magnesia entsteht, den man gut auswäscht und mit heißer Salpetersäure zerlegt; es bleibt Goldoxydhydrat als gelbbraunes Pulver, das durch gelindes Erwärmen sein Wasser verliert und Au_2O_3 als gelbes, oft auch grünliches Pulver hinterläßt. Es zersetzt sich bei 250° C. in O und Au. Durchs Sonnenlicht wird Au_2O_3 leicht reducirt, ebenso durch heißen Alkohol, durch organische Säuren.

1307 Gegen Alkalien verhält es sich wie eine Säure und bildet damit goldsaure Salze, so das goldsaure Kali oder das goldsaure Natron, das man in Krystallen darstellen kann. Wird Goldchloridlösung mit Aetzammoniak versetzt, oder frisch gefälltes Au_2O_3 damit digerirt, so entsteht ein gelbbraunes Pulver,

Goldoxydammoniak, Knallgold, das äußerst heftig durch Reiben, Stoß, Erhitzen explodirt, scharf getrocknet durch die leiseste Berührung.

Verbindungen mit S.

Wird durch kalte Goldchloridlösung HS geleitet, so fällt Goldsulfid, 1308
$Au_2 S_3$, als schwarzes Pulver nieder; die kochende Chloridlösung, ebenso behandelt, liefert Goldsulfuret, $Au_2 S$, als schwarzbraunes Pulver, wobei SO_3 und HCl frei werden. Durch directe Einwirkung der beiden Bestandtheile entsteht kein Schwefelgold. Beide Verbindungen werden wohl mit Terpentinöl auf Steingut aufgetragen und eingebrannt, Goldlüstre.

Verbindungen mit den Halogenen.

a. Goldchlorür, $Au_2 Cl$.

Es entsteht durch Erhitzen des Goldchlorids bis 150° C. als gelblich wei- 1309
ßes Pulver.

b. Goldchlorid, $Au_2 Cl_3$.

Es wird gewonnen durch Auflösen des Goldes in Königswasser; man 1310
verdampft die Lösung im Wasserbade, wobei sie sich immer dunkler färbt und endlich beim Erkalten eine rothe, zerfließliche Krystallmasse liefert. Nimmt man etwas überschüssige Salzsäure und dampft ab, zuletzt im Wasserbade, so erhält man lange gelbe Krystallnadeln. Goldchlorid wird leicht von Alkohol und Aether gelöst.

Die neutrale Lösung wird vom Lichte zersetzt, indem sich Au absetzt, ebenso 1311
von vielen Metallen, von P, SO_2, NO_2, $C_2 O_3$, Weinsteinsäure. Sie färbt die Haut purpurfarbig, ebenso Papier, Leinwand, Wolle. Sie wird zur Vergoldung von Porzellan angewandt, zur Vergoldungsflüssigkeit 2c.

$Au_2 Cl_3$ bildet mit vielen Chloriden Doppelsalze, das Kaliumgoldchlo- 1312
rid in dünnen Prismen; ebenso mit den Chloriden von Na, Ba, Cu, Fe, Zn 2c.

c. Goldcyanür, $Au_2 Cy$, und d. Goldcyanid, $Au_2 Cy_3$.

Wird Goldchloridlösung mit Cyanquecksilber versetzt und zur Trockne verdampft, bis der Rückstand gelb ist, dann mit Alkohol behandelt, so bleibt Gold- 1313
cyanür als schön gelbes Krystallpulver. Es entsteht auch durch Fällung einer sauren Goldchloridlösung mit Cyankalium. Es verbindet sich leicht mit den Cyanüren der Alkalien. Man erhält das Kaliumgoldcyanür, $KCy + Au_2 Cy$, wenn man einer concentrirten heißen Lösung von $Au_2 Cl_3$ eine Lösung von Cyankalium zusetzt bis zur Entfärbung; beim Erkalten schießen lange, farblose, prismatische Krystalle von $KCy + Au_2 Cy$ an, die sich leicht in Wasser lösen. Erwärmt man die Lösung dieses Salzes mit HCl, so scheidet sich $Au_2 Cy$ aus. Es ist in den Vergoldungsflüssigkeiten enthalten.

1314 Werden 35 Thle. Au in Königswasser zu neutralem Goldchlorid gelöst, in Wasser aufgenommen und in eine heiße Lösung von 46 Thln. Cyankalium nach und nach gegossen, so scheidet sich beim Erkalten Kaliumgoldcyanid, $KCy + Au_2Cy_3$, in großen Tafeln aus. Wird dies Salz in Wasser gelöst und mit einer Lösung von salpetersaurem Silberoxyd versetzt, so entsteht ein käsiger Niederschlag von Cyansilber und Cyangold, der gewaschen, mit Wasser angerührt und mit Salzsäure versetzt wird, zur Abscheidung des Silbers. Die Lösung giebt im luftleeren Raume abgedampft eine weiße Salzmasse von Au_2Cy_3. Das Goldcyanid ist leicht löslich in Wasser, Alkohol und Aether.

e. Goldpurpur (Cassius'scher Goldpurpur).

1315 Wird reines Zinn in schwachem Königswasser gelöst und diese Lösung in eine sehr verdünnte Lösung von Goldchlorid gegossen, so wird diese purpurfarben und setzt einen braunen Niederschlag ab, den Goldpurpur. Man kann auch Zinnoxyd in HCl lösen und diese Lösung der Goldchloridlösung zusetzen. Wenn man 2 Thle. Au in 10 Thln. Königswasser (aus 4 Thln. HCl und 1 Thl. NO_5, HO) löst, bis fast zur Trockne abdampft, in 1 Quart Wasser löst und in die Lösung Zinn legt, so wird diese dunkel purpurfarbig und der Goldpurpur setzt sich nach einigen Tagen ab, wobei einige Tropfen Kochsalzlösung und gelindes Erwärmen das Absetzen befördern. Dann scheint der Purpur eine Zusammensetzung zu haben, ausgedrückt durch die Formel:

$$Au_2O, SnO_2 + SnO, SnO_2 + 4\,HO$$

(zinnsaures Goldoxydul-Zinnoxydul). Das dunkel purpurfarbene Pulver löst sich noch feucht in Aetzammoniak, der purpurfarbig erscheint und bis 70° C. erwärmt den Purpur wieder absetzt.

1316 Der Goldpurpur wird zum Glasfärben benutzt, auch zum Malen auf Glas und Porzellan. Bleiglas wird, mit Goldpurpur zusammengeschmolzen, rubinroth gefärbt, wobei die Farbe erst bei gelindem Erhitzen hervortritt.

1317 Eigentliche Sauerstoffsalze des Goldes sind wenig bekannt. Die Haloidsalze sind gelb. HS und Schwefelammon fällen schwarzes Schwefelgold. Aetzammoniak fällt gelbes Knallgold. Zinnchlorür, mit etwas Zinnchlorid, fällt Goldpurpur. Eisenoxydulsalze fällen metallisches Gold, Goldpulver. Die ätzenden Alkalien fällen gelbe oder braungelbe Niederschläge.

Fragen und Aufgaben zu schriftlicher Ausarbeitung.

a. Aufzählung der Eigenschaften des Goldes! — b. Wie verhält es sich gegen die stärkeren Sauerstoffsäuren? — c. Wie kann man Gold von Silber oder Kupfer trennen? — d. Zu der Darstellung des reinen Goldes in Nr. 1300 soll die Formel geliefert werden! — e. Wozu wird das Gold benutzt? —

f. Drei Pfund sechszehnkarätiges Gold enthalten wieviel Loth Gold, wieviel Cu oder Ag? — g. Die Entstehung des Au_2S bei der in Nr. 1308 angegebenen Behandlung der Goldchloridlösung durch ein Schema zu erklären! — h. In welchen Flüssigkeiten löst sich Goldchlorid? — i. Wie gewinnt man Goldcyanid? — k. Welchen chemischen Prozeß nennt man Affinirung des Goldes? — l. Woher der Ausdruck »Scheidung durch die Quart«? — m. Wie scheidet man AgO, SO_3 von Kupfervitriol? — n. Durch welche Eigenschaft zeichnet sich das Gold vor allen anderen Metallen aus? — o. Wodurch wird Goldchlorid zersetzt? — p. Wozu wird Goldlösung angewandt?

XLIV. Platin, Platina, Pt.

Platin hat seinen Namen von dem spanischen Worte »la plata, das Sil- 1318
ber«, wegen seiner weißen Farbe; es wurde im vorigen Jahrhundert in Amerika im Flußsande gefunden. Es findet sich nur gediegen in Amerika (Brasilien, Mexico), doch auch in Rußland am Ural, im Sande, mit Titaneisen, Chromeisen und anderen Metallen verbunden, in meist kleinen Stücken und Körnern (doch ist am Ural ein Klumpen von 20 Pfund gefunden worden); diese Körner enthalten aber außer Pt meist noch Eisen, Kupfer und Metalle, die wir noch betrachten werden (Iridium, Rhodium, Palladium, Osmium, Ruthenium).

Die Körner werden durch Waschen, wie beim Golde, vom Sande befreit, 1319
dann das etwa vorhandene Au durch Amalgamation abgeschieden. Darauf werden sie in Glaskolben in der Sandkapelle mit Königswasser, worin überschüssige Salzsäure, digerirt, vom Rückstande abgegossen (der Rückstand enthält Iridium und Osmium) und mit Salmiak gemischt, wodurch Platinsalmiak (Ammoniumplatinchlorid) als gelbes Pulver niederfällt. Dieses wird gewaschen, getrocknet, geglüht, worauf Pt als graue, schwammige Masse, **Platinschwamm**, bleibt. Der Platinschwamm wird unter Wasser mit den Händen zertheilt, gesiebt 2c. Dann wird nochmals gewaschen und das feuchte Pulver in einen starken Cylinder von Metall gebracht und mittelst anschließendem Stempel durch eine kräftig wirkende Presse zusammengepreßt. Die erhaltene Scheibe wird dann im Thontiegel zum Weißglühen gebracht und mit schwerem Hammer geschlagen, wodurch die Theilchen so zusammengeschweißt werden, daß dichtes Pt entsteht, das man nun weiter ausschmieden und auswalzen kann.

Das Pt hat eine weiße, etwas grauliche Farbe, starken Glanz, und ein 1320
specif. Gewicht = 21,3. Wenn es rein ist, so ist es sehr weich, sehr hämmer- und streckbar; ein gewöhnlicher Gehalt an Iridium macht es härter. Es wird zu Draht und Blech verarbeitet, zu Schalen, Tiegeln, Retorten, zu Blasen und Hebern für die Schwefelsäurefabrikation. Im stärksten Ofenfeuer schmilzt es nicht, wohl aber im Knallgasgebläse und durch eine starke Batterie mit Funkensprühen. An der Luft, jeder Temperatur, verändert es sich nicht, und widersteht allen Säuren, mit Ausnahme des Königswassers, welches Verhalten

das Pt so sehr schätzbar für den Chemiker und den Industriellen macht; wohl aber wird es von schmelzendem Aetzkali oder Aetznatron angegriffen. Mit den Metallen bildet es leichter flüssige Legirungen, weshalb man auch nie Metalloxyde, wie Blei-, Zinn- und Wismuthoxyd, im Platintiegel reduciren darf.

1321 Pt kann auch in sehr feiner Vertheilung als schwarzes, rauh anzufühlendes Pulver, als Platinmohr, Platinschwarz erhalten werden. Man schmilzt 1 Thl. Pt mit 2 Thln. Zn zur sehr spröden Legirung, pulvert und erwärmt erst mit verdünnter Schwefelsäure, dann mit sehr verdünnter Salpetersäure, die das Zink lösen und das Pt in feinzertheiltem Zustande zurücklassen. Platinmohr ist auch dadurch zu erhalten, daß man Pt in Königswasser löst (Platinchlorid), mit NaO, CO_2 und Zucker oder Weinsteinsäure versetzt, und zum Sieden erwärmt; es bildet sich NaCl, der Zucker zerfällt in HO und CO_2, und das Platin setzt sich ab; man muß sehr oft umschwenken, damit das ausgeschiedene Platinschwarz sich nicht zu fest an die Glaswand absetze.

1322 Wird Platinmohr in einen Kolben voll O gebracht, so absorbirt es mehr als das Hundertfache seines Volums an O; bringt man dann einen Tropfen absoluten Alkohol auf das Pulver, so entzündet sich der Alkohol und das Pulver wird glühend. Gießt man etwas schwachen Weingeist auf einen Teller, setzt ein Uhrglas mit Platinmohr darein und deckt eine Glocke darüber (so daß sie auf dem Teller ruht), so verwandelt sich der Weingeist bald in Essig, ein Verhalten, das man im Großen zur Essigbildung benutzt.

Wird ein Stückchen Feuerschwamm mit Alkohol benetzt und Platinmohr darauf gebracht, so entzündet sich der Alkohol und der Schwamm.

Platinmohr besitzt in hohem Grade die Fähigkeit, Gase in seinen Poren zu verdichten und dadurch Oxydationen zu bewirken.

1323 Dieselbe Eigenschaft besitzt der Platinschwamm, obgleich in geringerem Maaße, wie wir schon beim Wasserstoff sahen, und welches ihn geschickt macht, die Entzündung des H in dem Döbereiner'schen Feuerzeuge zu bewirken. In einem Gemenge von NO_2, Ammoniak, und O erzeugt Platinschwamm Wasser und Salpetersäure; leitet man ein Gasgemenge von NO_2 und H durch ein Glasrohr, worin etwas Platinschwamm liegt, und erhitzt mit der Spiritusflamme, so erzeugt sich Ammoniak. Platindraht oder Platinblech, bis zu 200° C. erhitzt, zeigt auch diese Eigenschaft; befestigt man über dem Dochte der Spiritusflamme eine Spirale von Platindraht, so daß die kleine Flamme inwendig brennt, und bläst die Flamme aus, sobald die Spirale glüht (mit einem Glasrohr, um die Spirale nicht abzukühlen), so glüht der Platindraht noch fort in dem Dampfe des noch verdunstenden Alkohols; noch besser gelingt der Versuch, wenn man dem Alkohol etwas Aether beimischt.

Taucht man eine rothglühende Platinspirale, an einem Deckel von Pappe hängend, in ein Glas mit etwas Aether, so daß die Pappe das Glas deckt, so bleibt sie glühend, und es entwickeln sich Dämpfe von erstickendem Geruch, durch unvollständige Verbrennung des Aethers erzeugt.

Der Platinschwamm und der Platinmohr verlieren diese Eigenschaft nach einiger Zeit, erhalten sie aber wieder, wenn man sie mit Salpetersäure erhitzt und in der Weingeistflamme glüht.

Zum Verplatiniren von kupfernen (messingenen) und silbernen Geräthen durch die Säule bedient man sich einer Flüssigkeit, bereitet aus Platinchlorid mit Kochsalz versetzt (1 Thl. Platinchlorid, 8 Thle. Kochsalz, 100 Thle. Wasser). 1324

Verbindungen mit O.

a. Platinoxydul, PtO.

Wird Pt in Königswasser gelöst, zur Trockne verdampft, und im Sandbade weiter erhitzt, so lange noch Cl sich entwickelt, so bleibt Platinchlorür als grünlich graues Pulver; dies wird in Kalilauge gebracht, die es theilweise ungelöst läßt, als schwarzes Platinoxydulhydrat, theils es löst zur grünen Flüssigkeit, woraus Schwefelsäure ein dunkles Pulver fällt, PtO. Es hinterläßt beim Glühen Platinmetall. 1325

b. Platinoxyd, PtO_2.

Wird Platinchlorid in Lösung mit Kalilauge in großem Ueberschuß versetzt und erwärmt, wobei sich das gefällte gelbe Chlorkaliumplatinchlorid wieder löst, so entsteht Platinoxydkali, woraus Essigsäure Platinoxydhydrat, $PtO_2 + 2HO$, fällt als voluminösen, braunen Niederschlag, wie Eisenoxydhydrat, der beim Trocknen ein braunes Pulver giebt, das durch Erhitzen zu PtO_2 wird. Es wird in der Glühhitze in O und Pt zerlegt. Das Hydrat giebt mit Säuren gelbe Lösungen. Es verbindet sich leicht mit einigen Basen, so mit KO; Kalilauge löst leicht das Platinoxydhydrat und giebt Platinoxydkali in Krystallen (auch platinsaures Kali genannt). 1326

Mit Ammoniak giebt PtO_2 das Knallplatin; man fällt nämlich Platinchlorid mit HS, und behandelt das gefällte Schwefelplatin mit rauchender Salpetersäure und verdampft mit etwas Schwefelsäure; die braune Masse wird in Wasser gelöst, mit Aetzammoniak gefällt, und der Niederschlag einige Zeit mit Aetznatronlauge digerirt. Das erhaltene dunkelbraune Pulver explodirt nicht durch Stoß, wohl aber bis zu 214° C. erhitzt mit Heftigkeit. 1327

Verbindungen mit S.

Einfach-Schwefelplatin, PtS.

Es entsteht als graue, glänzende Masse durch Erhitzen von Platinsalmiak mit S bei Ausschluß der Luft; als Niederschlag aus Platinchlorür mit HS oder Schwefelammon. 1328

Zweifach-Schwefelplatin, PtS_2.

1329 Es wird als schwarzes Pulver erhalten, wenn man Platinchlorid in Schwefelammon träufelt.

Verbindungen mit Halogenen.

Platinchlorür, PtCl.

1330 Man erhitzt trocknes Platinchlorid im Oelbade bis auf 200° C., so lange sich noch Cl entwickelt; es ist ein dunkelgraues in Wasser unlösliches, in Salzsäure lösliches Pulver. Es bildet mit KCl, NaCl, NH_4Cl Doppelsalze.

Platinchlorid, $PtCl_2$.

1331 Es wird durch Auflösen von Pt in Königswasser, Verdampfen der überschüssigen Säure, Auflösen in Wasser als bräunlich gelbe Lösung erhalten; es ist leicht löslich in Alkohol. Es bildet mit dem Chlorkalium ein schwer lösliches Doppelsalz, nicht mit dem Chlornatrium, daher ist es ein Reagenz auf Kali.

1332 Platinchlorid bildet mit Chloriden Doppelverbindungen, so das Kaliumplatinchlorid, $KCl + PtCl_2$; dies entsteht durch Vermischen von Chlorkaliumlösung mit $PtCl_2$ in Lösung in gelben Krystallkörnern, die sehr wenig löslich in Wasser, unlöslich in Alkohol sind. Ammoniumplatinchlorid, $NH_4Cl + PtCl_2$ (Platinsalmiak), entsteht als gelbes Pulver durch Vermischen von Salmiaklösung mit Platinchloridlösung; es giebt nach dem Glühen Platinschwamm.

1333 Wird 1 Thl. Platinsalmiak mit $1^1/_2$ Thln. Cyankalium im Porzellantiegel über der Spirituslampe geschmolzen, die Masse in $2^1/_2$ Thln. heißem Wasser gelöst, so schießen nach dem Erkalten gelbe Krystalle von Kaliumplatincyanür an, $KCy + PtCy + 3\,HO$, das mit vielen Metallen Niederschläge bildet, in denen die Metalle das Kalium ersetzen.

Sauerstoffsalze.

1334 Die Platinoxydulsalze, wenig bekannt, sind meist dunkelbraun, sehr wenig beständig, meist durch Lösung des Platinoxydulhydrats in Säuren darzustellen. Sie werden durch Salmiak nicht gefällt. Das oxalsaure Platinoxydul krystallisirt in kupferrothen Nadeln.

1335 Die Platinoxydsalze sind gelb oder gelbbraun, und werden meist durch Lösung des Oxydhydrats in den Säuren erhalten. Das schwefelsaure Platinoxyd, $PtO_2, 2\,SO_3$, eine dunkelbraune Salzmasse, wird entweder durch Lösung des $PtO_2 + 2\,HO$ in Schwefelsäure erhalten, oder dadurch, daß man $PtCl_2$ (1 Thl.) in Lösung mit Schwefelsäure (1 Thl.) eindampft. Das

salpetersaure Platinoxyd wird entweder durch Lösung des $PtO_2 + 2HO$ in Salpetersäure erhalten, oder durch Zersetzung von Platinchloridlösung mit AgO, NO_5 in Lösung, so lange ein Niederschlag sich bildet. Die abfiltrirte Lösung giebt eingedampft eine braune Masse.

Die sauren und neutralen Oxydsalze werden durch HS und Schwefel- 1336
ammon schwarz gefällt (PtS_2). Aetzkali fällt gelbes Kaliumplatinchlorid. Aetzammoniak fällt gelbes Ammoniumplatinchlorid, löslich im Ueberschuß des Fällungsmittels. Salpetersaures Quecksilberoxydul fällt ziegelroth. Zinnchlorür färbt die Lösungen, die freie HCl enthalten, braunroth ohne Fällung. Zink und Eisen fällen Pt als schwarzes Pulver.

Fragen und Aufgaben zu schriftlicher Ausarbeitung.

a. Welche Eigenschaften machen Platingefäße fast unentbehrlich in der Chemie? — b. Warum wendet man in der Schwefelsäurefabrikation Platingefäße an? — c. Welche Säure, außer der Schwefelsäure, wird noch in Platingefäßen dargestellt? — d. Welche Säure vermag allein Pt zu lösen? — e. Mit welchem Metall wird Platin gelöthet? — f. Wo wurde schon früher das in Nr. 1323 beschriebene chemische Verhalten des Platins erwähnt? — g. Aus welcher Platinverbindung stellt man den Platinsalmiak dar? — h. Wie wird Platinmohr erhalten?

XLV. Osmium. Osmium, Os.

Es findet sich mit dem Metalle Iridium (daher Osmium-Iridium) im 1337
Platinsande, wo es oft in dichten grauen Blättchen vorkommt. Es findet sich, ebenfalls mit Iridium, als in Königswasser schwer löslicher Rückstand von der Behandlung der rohen Platinkörner. Dieser Rückstand wird mit Salpeter geschmolzen (oder mit Salpeter und Aetzkali), wodurch osmiumsaures und iridiumsaures Kali entsteht (auch chromsaures und titansaures Kali rc.). Die geschmolzene Masse wird in einer Retorte mit Salpetersäure erhitzt, wodurch in der kalt gehaltenen Vorlage Osmiumsäure in weißen Krystallen sich ansetzt. Diese werden in concentrirter Kalilauge gelöst, wodurch osmiumsaures Kali entsteht; werden dieser Lösung einige Tropfen Alkohol zugesetzt, so erhitzt sie sich, wird rosaroth und setzt als rothes Krystallpulver osmigsaures Kali ab. Das gewonnene osmigsaure Kali wird gelöst, und der Lösung Salmiak zugesetzt, wodurch ein citrongelber Niederschlag sich bildet, der im Wasserstoffgasstrom erwärmt das Osmiummetall liefert.

Der Rückstand in der Retorte wird mit Wasser verdünnt, das Osmiumoxyd und viel Iridiumoxyd enthaltende Ungelöste mit Königswasser gekocht, wodurch Osmium- und Iridiumchlorid entsteht, und die Lösung mit Salmiak versetzt; es schlagen sich Ammonium-Osmiumchlorid und Ammonium-Iridiumchlorid nieder, die in Wasser suspendirt werden, während SO_2 durchgeleitet wird; es löst sich das Iridiumsalz als Ammonium-Iridiumchlorür, und es bleibt ungelöst das Osmiumsalz, das durch Glühen metallisches Osmium liefert.

1338 Os ist grau metallisch glänzend, vom specif. Gewichte = 10. Es ist ein sprödes, leicht zu pulverndes Metall, das in keinem Ofenfeuer schmilzt. In O erhitzt verwandelt es sich in Osmiumsäure, ebenso mit Königswasser. Aetzende schmelzende Alkalien bilden damit osmiumsaure Salze.

Verbindungen mit O.

a. Osmiumoxydul, OsO.

1339 Durch Ueberleiten von Cl über erhitztes Os entsteht Osmiumchlorür in dunkelgrünen Krystallen, die in concentrirter Chlorkaliumlösung gelöst werden; daraus fällt Kalilauge grünes Osmiumoxydulhydrat, das an der Luft zu Osmiumsäure verbrennt.

b. Osmiumsesquioxyd, Os_2O_3.

1340 Erwärmt man bis zu 50 bis 60° C. eine mit Aetzammoniak übersättigte Lösung von Osmiumsäure (s. Nr. 1337), so geht die Farbe von Gelb in Braun über und es fällt ein braunes Pulver nieder, Os_2O_3, mit Ammoniak verbunden, das getrocknet schwarzbraun ist.

c. Osmiumoxyd, OsO_2.

1341 Wird über ein erhitztes Gemenge von gepulvertem Os mit KCl Chlor geleitet, und das entstehende rothe Doppelsalz in Lösung warm mit KO, CO_2 gemischt, so fällt OsO_2 als schwarzes Pulver nieder.

d. Osmige Säure, OsO_3.

1342 Es ist nur in den Salzen bekannt, wie das rothe osmigsaure Kali, das wir in Nr. 1337 kennen lernten.

e. Osmiumsäure, OsO_4.

1343 Sie entsteht durch Verbrennen von Os an der Luft, durch Erhitzen von Os in einem darübergeleiteten Strome von O in farblosen glänzenden Krystallen; auch beim Lösen von Os in Salpetersäure. Der Dampf riecht höchst stechend und greift die Athmungswerkzeuge und die Augen heftig an. Von die-

sem Geruch, an dem das Os leicht erkannt werden kann, hat das Metall seinen Namen (vom griechischen Worte Osme, der Geruch). Die OsO_4 bewirkt auf der Haut heftige Entzündung, daher man sich vor ihren Dämpfen zu hüten hat. Sie löst sich leicht in Wasser, auch in Aether und Alkohol, und wird leicht aus den Lösungen durch Hg und organische Substanzen, z. B. Fett, reducirt.

Ihre Salze sind leicht zersetzlich, nicht krystallisirbar.

Verbindungen mit S.

Im Schwefeldampfe verbrennt das Os zu Schwefelosmium. HS fällt 1344
aus den Lösungen dunkelbraune Schwefelosmiumverbindungen.

Verbindungen mit den Halogenen.

Wird Os im Chlorgasstrome erhitzt, so bilden sich Osmiumchlorür, 1345
OsCl, und Osmiumchlorid, $OsCl_2$; das erstere, weniger flüchtig, setzt sich als grüne krystallinische Verbindung zunächst der erhitzten Stelle, das zweite, flüchtiger, weiter davon als dunkelrothes Pulver ab.

XLVI. Iridium, Iridium, Ir.

Wie wir in Nr. 1337 sahen, wird durch SO_2 das Ammonium-Iridium- 1346
chlorid in dunkelrothen Octaëdern in Ammonium-Iridiumchlorür verwandelt, das sich löst, während das Ammonium-Osmiumchlorid ungelöst bleibt; das Ammonium-Iridiumchlorür giebt abgedampft braune Krystalle, die geglüht Iridiummetall als graue, schwammige Masse liefern; diese, wie das Platin zusammengepreßt und stark geglüht, gewinnt soviel Zusammenhang, daß sie sich poliren läßt. Es ist strengflüssiger als das Pt, doch hat man es zu Kugeln geschmolzen durch eine sehr starke Batterie, so wie durchs Knallgasgebläse.

Das geschmolzene Metall hat ein specif. Gewicht = 21,8.

Es ist silberweiß, spröde, härter als Eisen. Es wird selbst von Königswasser nicht gelöst. Glüht man Iridium mit Aetzkali oder Salpeter, so entsteht iridsaures Kali.

Verbindungen mit O.

a. Iridiumoxydul, IrO.

Es ist nur bekannt in einigen schwefligsauren Doppelsalzen. 1347

b. Iridiumsesquioxyd, Ir_2O_3.

Wird Iridiumpulver mit KCl gemengt im Chlorgasstrome erhitzt (Ka- 1348
lium-Iridiumchlorid), das erhaltene Pulver in Wasser suspendirt und

SO_2 durchgeleitet, bis die Lösung grün geworden ist, dann diese mit einer concentrirten Lösung von KO, CO_2 gemengt, so erzeugt sich ein krystallinischer Niederschlag von grüner Farbe, Kalium-Iridiumchlorür. Wird nun dieser Niederschlag mit NaO, CO_2 gemengt und in einem Strome von CO_2 erhitzt, so bleibt, nach dem Behandeln mit Wasser, das Ir_2O_3 als schwarzes Pulver. Es wird von H ohne erhitzt zu werden zu Metall reducirt, und verpufft heftig mit brennbaren Körpern.

c. Iridiumoxyd, IrO_2.

1349 Es entsteht, wenn man Iridiumsesquichlorid — erhalten durch Erhitzen des fein zertheilten Iridiums in Chlorgas — mit Aetzkali längere Zeit erhitzt. Säuren fällen aus der Lösung blaues Oxydhydrat, $IrO_2 + 2HO$.

d. Iridiumsäure, IrO_3.

1350 Schmilzt man 1 Thl. Ir mit 6 Thln. Salpeter im Silbertiegel, so erhält man eine schwärzlich grüne Masse, die sich im Wasser theilweise blau löst als basisches iridsaures Kali; ein schwarzer Rückstand ist saures iridsaures Kali.

Verbindungen mit S und mit den Halogenen.

1351 Schwefeliridium wird erhalten durch Fällung des Chlorids mit HS.

1352 Wird Iridiumpulver in Cl erhitzt, so entsteht Iridiumsesquichlorid, Ir_2Cl_3. Wird Iridiumoxydhydrat in HCl gelöst, so erhält man eine blaue Lösung von Iridiumchlorid, $IrCl_2$, die später grün und beim Erhitzen braunroth wird. Es entsteht auch durch Lösung des Metalls in Königswasser. Kalilauge fällt daraus anfangs rothes Kalium-Iridiumchlorid, durch mehr Kalilauge wird die Lösung roth von Kalium-Iridiumsesquichlorid. Durch Erhitzen fällt Iridiumoxydhydrat. Durch Alkohol fällt das Iridium als schwarzes Pulver (Iridiummohr). Chlorkalium, der Lösung zugesetzt, erzeugt Kalium-Iridiumchlorid, $KCl + IrCl_2 + HO$, in schwarzrothen Krystallen. Wird Salmiak zugesetzt, so entsteht Ammonium-Iridiumchlorid als rothes Krystallpulver, das in kochendem Wasser mit rother Farbe sich löst und in rothen Octaëdern anschießt. SO_2 reducirt diese Doppelchloride zu Doppelchlorüren.

XLVII. Palladium, Palladium, Pd.

1353 Es kommt in geringer Menge im Platinsande vor und findet sich in der rückständigen Flüssigkeit, aus der man das Pt mit Salmiak ausgefällt hat; sämmtliche in der vom Platinsalmiak abgegossenen Flüssigkeit enthaltene Metalle

(Palladium, Platin, Kupfer, Iridium, Rhodium) werden durch Zink oder Eisen gefällt, mit HCl digerirt und in Königswasser gelöst.

Diese Lösung wird mit NaO, CO_2 neutralisirt (zur Sättigung der überschüssigen Säure) und dann Cyanquecksilber in Lösung zugesetzt, wodurch bald ein weißlicher Niederschlag von Palladiumcyanür fällt, den man auswäscht und glüht; es bleibt dann Palladium in schwammigem Zustande zurück.

In den brasilianischen Golderzen kommt Pd (5 bis 10 Proc.) mit Gold legirt vor. Diese Legirung wird in Königswasser gelöst, die überschüssige Säure mit Kali neutralisirt, und das Palladium mit Cyanquecksilber als Palladiumcyanür gefällt.

Das schwammige Pd wird wie das Pt zusammengepreßt, wodurch es als 1354
dichtes, silberweißes, schmiedbares Metall gewonnen wird. Pd ist weißer als Pt, auch weicher und geschmeidiger, so daß es sich zu feinen Blättern und Drähten ausziehen läßt. Das geschmiedete Pd hat ein specif. Gewicht = 11,8. Vor dem Knallgasgebläse läßt es sich leicht schmelzen.

An der Luft bleibt es blank, läuft bläulich beim Erhitzen an, wird aber bei stärkerem Erhitzen wieder blank. In schmelzendem Salpeter oxydirt es sich. Es löst sich in Salpetersäure und in Königswasser, nicht aber in Schwefelsäure; in schmelzendem $KO, 2SO_3$ löst es sich zur gelben Masse. Durch HS läuft es nicht an, daher man es zu Scalen und Kreistheilungen benutzt hat.

Verbindungen mit O.

a. Palladiumsuboxyd, Pd_2O.

Wird schwammiges (oder gefeiltes) Pd in warmer HCl mit etwas Sal- 1355
petersäure gelöst, wodurch sich **Palladiumchlorür** bildet, dann mit KO, CO_2 in Lösung gefällt und dieser Niederschlag wenig geglüht, so bleibt das Pd_2O als schwarzes Pulver.

b. Palladiumoxydul, PdO.

Es entsteht, wenn man Pd in Salpetersäure löst, PdO, NO_5, zur Trockne 1356
abdampft und bis zur Zersetzung der Säure erhitzt, als dunkelgraues Pulver. Es bildet mit den Säuren meist braune Salze, PdO, NO_5, PdO, SO_3.

c. Palladiumoxyd, PdO_2.

Wird Palladiumchlorür mit Königswasser erhitzt (Palladiumchlorid) und 1357
mit Kalilauge versetzt, so fällt als brauner Niederschlag das Hydrat des PdO_2 nieder, aber mit Kali verbunden, das zum Theil durch Waschen mit Wasser sein Wasser verliert und schwarz wird.

Verbindungen mit Schwefel und Halogenen.

1358 Mit S schmilzt Pd zur grauen Masse zusammen, PdS. HS oder Schwefelammon fällt aus den Oxydulsalzen schwarzbraunes Schwefelpalladium, PdS.

1359 Wird schwammiges Pd in HCl unter Zusatz von etwas Salpetersäure gelöst, so erhält man Palladiumchlorür, PdCl, in dunkelrothen Krystallen. Mit den Haloidsalzen der Alkalien bildet PdCl Doppelhaloidsalze, so mit KCl in gelben Krystallen PdCl + KCl, Kalium-Palladiumchlorür. Das Palladiumchlorid, $PdCl_2$, entsteht durch Lösung des PdCl in Königswasser, als dunkelrothe Lösung. Es bildet ebenfalls mit den alkalischen Chlorüren Doppelchloride; so bildet Kalium-Palladiumchlorür mit Königswasser behandelt Kalium-Palladiumchlorid als zinnoberrothes Pulver.

1360 Palladium-Cyanür, PdCy, erhält man durch Fällung einer neutralen Palladiumlösung mit Cyanquecksilber als weißlichen Niederschlag. Wird die Lösung des PdCy mit KCy versetzt, so erhält man das Kalium-Palladiumcyanür, PdCy + KCy.

XLVIII. Rhodium, Rhodium, Rh.

1361 Das Rhodium findet sich in den Platinerzen, auch mit Gold verbunden. Es wird aus dem Niederschlag, den Zink oder Eisen nach dem Fällen des Pt mit Salmiak aus der Auflösung des rohen Platinerzes bewirkt, dargestellt; nachdem man nämlich denselben, wie in Nr. 1353 gesagt, wieder in Königswasser gelöst, mit NaO, CO_2 neutralisirt, und das Pd durch Cyanquecksilber entfernt hat, wird die abgegossene Flüssigkeit mit HCl versetzt und zur Trockne verdampft (wobei sich das überschüssige Cyanquecksilber als Quecksilberchlorid verflüchtigt). Aus dem fein gepulverten Rückstande zieht Alkohol Natrium-Platinchlorid, Natrium-Iridiumchlorid aus, und hinterläßt Natrium-Rhodiumchlorid als dunkelrothes Pulver, das man durch Umkrystallisiren reinigt und im Wasserstoffgasstrome in einem Glasrohre glüht; das Rh bleibt als graues Pulver, wenn man nach dem Glühen mit Wasser auszieht.

1362 Das Rh ist weiß wie Pt, sehr hart und spröde, leicht zu pulvern. Nur vor dem Knallgasgebläse ist es zur porösen Masse zu schmelzen, die sich nicht schweißen läßt, vom specif. Gewicht = 11. Die stärksten Säuren greifen es rein nicht an, wohl aber mit andern Metallen legirt. Kali und Salpeter zersetzen es im Schmelzen; $KO, 2SO_3$ bildet im Schmelzen mit Rh ein auflösliches Doppelsalz, schwefelsaures Rhodiumoxydkali. Das Metall hat seinen Namen von seinen rosenrothen Auflösungen (rhodeos heißt im Griechischen rosenroth).

Verbindungen mit O.

a. Rhodiumsesquioxydul, Rh_2O_3.

Wird Rh in Cl erhitzt (wodurch Sesquichlorür entsteht), dann 2 Thle. 1363
Kochsalz zugesetzt und abermals in Cl erhitzt (Natrium-Rhodiumsesquichlorür), in Wasser gelöst und Kalilauge zugesetzt, so scheidet sich beim Erwärmen gelbes Rhodiumsesquioxydulhydrat, $Rh_2O_3 + 5\,HO$, aus, das durch Erhitzen in schwarzes Sesquioxydul sich verwandelt. Das Hydrat löst sich leicht in Säuren, gelbe Salze bildend.

b. Rhodiumoxyd, RhO_2.

Es entsteht, wenn man gepulvertes Rh mit Aetzkali und Salpeter schmilzt 1364
und glüht, und dann mit Wasser auswäscht, als braunschwarzes Pulver, das sich nicht in Säuren und schmelzenden Alkalien löst.

c. Rhodiumsesquioxyduloxyd.

Wird Cl durch die Lösung von $Rh_2O_3 + 5\,HO$ in Kalilauge geleitet, 1365
so scheidet sich diese Verbindung als schwarzgrüner Niederschlag aus.

Verbindungen mit S und den Halogenen.

Rh verbindet sich im Schmelzen mit S zu Rh S. HS und Schwefel- 1366
ammon schlagen aus der Lösung des Natrium-Rhodiumsesquichlorürs (s. Nr. 1363) schwarzbraunes Schwefelrhodium nieder, Rh_2S_3.

Rhodiumsesquichlorür, Rh_2Cl_3, entsteht durch wiederholtes Er- 1367
hitzen des Rh in einem Strome trocknen Chlorgases als rosenrothe Masse. Es bildet mit den alkalischen Chlorüren Doppelchlorüre, von denen das Natrium-Rhodiumsesquichlorür in rothen Krystallen erhalten wird durch Erhitzen von 1 Thl. Sesquichlorür mit 2 Thln. Na Cl im Chlorgase. Die Formel der Krystalle ist: $3\,NaCl + Rh_2Cl_3 + 24\,HO$.

XLIX. Ruthenium, Ruthenium, Ru.

Das Ru findet sich im Platinsande, besonders im Osmium-Iridium, zu- 1368
gleich mit Rh und Pt. Zur Darstellung des Metalls wird feingepulvertes Iridium-Osmium, mit gleichviel Kochsalz gemengt, im Glas- oder Porzellanrohr in einem Strom Cl geglüht (wobei die entweichende Osmiumsäure in einer Vorlage aufgefangen wird); die geglühte Masse, Natrium-Iridiumchlorid und Natrium-Rutheniumsesquichlorür enthaltend (auch OsO_4), wird mit Wasser ausgezogen, etwas Aetzammoniak zugesetzt und erwärmt bis auf 50° C., wodurch

sich Rutheniumsesquioxydul und Osmiumoxyd als brauner Niederschlag ausscheiden, und das Natrium-Iridiumchlorid in Lösung bleibt. Nach dem Auswaschen wird dieser Niederschlag mit Salpetersäure in einer Retorte destillirt, wodurch sich aus dem Osmiumoxyd OsO_4 bildet, die übergeht. Der Rückstand wird im Silbertiegel mit Salpeter und Aetzkali geglüht, und mit ausgekochtem Wasser ausgezogen, die Lösung in verschlossener, ganz gefüllter Flasche stehen gelassen, dann die gelbe Lösung (ruthensaures Kali) vom Bodensatz abgegossen und mit Salpetersäure gesättigt; es schlägt sich dann ein schwarzer Niederschlag von Rutheniumoxyd zu Boden, der gewaschen, getrocknet und im Wasserstoffgasstrom durch Glühen reducirt wird.

1369 Das Ru, so erhalten, stellt metallglänzende, grauweiße poröse Stücke dar, vom specif. Gewichte = 8,6. Es ist dem Iridium ähnlich; sehr spröde; es sintert vor dem Knallgasgebläse nur zusammen. Es oxydirt sich im Glühen leicht; in Säuren ist es fast unlöslich. Durch Glühen mit Salpeter und Aetzkali oxydirt es sich zu Rutheniumsäure.

Verbindungen mit O.

a. Rutheniumoxydul, RuO.

1370 Wird gepulvertes Ru in Cl schwach geglüht, so entsteht Rutheniumchlorür; wird dies mit NaO, CO_2 gemengt in einem Strome von CO_2 stark geglüht, mit Wasser ausgezogen, so bleibt RuO als schwarzgraues Pulver.

b. Rutheniumsesquioxydul, Ru_2O_3.

1371 Feingepulvertes Ru wird an der Luft geglüht; es entsteht dann Ru_2O_3 als blauschwarzes Pulver.

c. Rutheniumoxyd, RuO_2.

1372 Wird Ru mit KO oder KO, NO_5 geglüht, so entsteht ruthensaures Kali, das in Wasser gelöst bald ein schwarzes Pulver fallen läßt; dies wird in HCl aufgelöst (wodurch Rutheniumsesquichlorür), längere Zeit HS durchgeleitet und das gefällte schwarzbraune Schwefelruthen anhaltend an der Luft geglüht; es entsteht dann RuO_2 als grauschwarzes Pulver, das unlöslich in Säuren ist.

d. Rutheniumsäure, RuO_3.

1373 Sie ist isolirt nicht bekannt; sie entsteht beim Glühen des Ru mit KO und KO, NO_5. Die Lösung ist orangefarbig; sie setzt bald ein schwarzes Pulver ab (s. Nr. 1372).

Verbindungen mit S und mit Halogenen.

1374 Die Schwefelverbindungen sind schwierig zu erhalten, meist durch Einwirkung des HS auf die Chlorverbindungen; so das oben genannte RuS_2 aus dem Sesquichlorür.

Dies giebt mit Salpetersäure behandelt saures schwefelsaures Rutheniumoxyd als braune Masse, die erhitzt gelb wird, wie Musivgold, neutrales schwefelsaures Rutheniumoxyd.

Das Rutheniumchlorür, RuCl, entsteht durch Erhitzen des Metalls 1375
in Cl als schwarzes Pulver. Behandelt man die Lösung mit HS, so fällt RuS_2, und die Lösung wird schön blau.

Das Rutheniumsesquichlorür, Ru_2Cl_3, erhält man als gelbe, zer- 1376
fließliche Masse, wenn man den schwarzen Niederschlag aus dem rutheniumsauren Kali (Nr. 1372) in HCl löst.

Aus der Lösung fällt KCl ein braunes Krystallpulver von Kalium-Rutheniumsesquichlorür, $2KCl + Ru_2Cl_3$.

Das Rutheniumchlorid, $RuCl_2$, ist nur im Kalium-Rutheniumchlorid, $KCl + RuCl_2$, bekannt; dieses stellt ein braunrothes Pulver dar, und entsteht durch Erhitzen des Ru_2Cl_3 mit HCl und KO, ClO_5.

Man nennt die zuletzt abgehandelten sechs Metalle, Pt, Os, Ir, Pd, Rh, 1377
Ru, Platinmetalle, weil sie immer als Begleiter des Platins vorkommen.

1378 Tabellarische Uebersicht der Orydationsstufen der Schwermetalle.

	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
R = Radical	Mn	Fe	Cr	Co	Ni	Zn	Cd	Sn	Ti	Ta	Nb	Pb	Bi	Sb
R_2O	—	—	—	—	—	—	Cd_2O a	—	—	—	—	Pb_2O a	—	—
RO	MnO b	FeO b	CrO b	CoO b	NiO b	ZnO c	CdO c	SnO b	—	—	—	PbO c	BiO b	—
R_2O_3	Mn_2O_3 c MnO, Mu_2O_3	Fe_2O_3 c FeO, Fe_2O_3	Cr_2O_3 c	Co_2O_3 c	Ni_2O_3 c	—	—	—	Ti_2O_3 c	—	—	—	Bi_2O_3 c	Sb_2O_3 c
RO_2	MnO_2 e	—	—	—	—	—	—	SnO_2 c (g)	TiO_2 g	TaO_2 g	NbO_2 g	PbO_2 e PbO, PbO_2	—	—
R_2O_5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Bi_2O_5 g	Sb_2O_5 (f) Sb_2O_3, Sb_2O_5
RO_3	MnO_3 g	FeO_3 g	CrO_3 g	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
R_2O_7	Mn_2O_7 h	—	Cr_2O_7 h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
RO_4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
R = Radical	As	U	Te	W	Mo	V	Cu	Hg	Ag	Au	Pt	Os	Ir	Pd	Rh	Ru
R_2O	—	—	—	—	—	—	Cu_2O b	Hg_2O b	Ag_2O b	Au_2O b	—	—	—	Pd_2O a	—	—
RO	—	UO b	—	—	MoO b	VO b	CuO c	HgO c	AgO c	—	PtO b	OsO b	IrO b	PdO b	—	RuO b
R_2O_3	As_2O_3 f	U_2O_3 c UO, U_2O_3	—	—	—	—	—	—	—	Au_2O_3 c (g)	—	Os_2O_3 d	Ir_2O_3 d	—	Rh_2O_3 d	Ru_2O_3 d
RO_2	—	—	TeO_2 f	WO_2 c	MoO_2 c	VO_2 c	CuO_2 e	—	AgO_2 e	—	PtO_2 c	OsO_2 c	IrO_2 c	PdO_2 c	RhO_2 c	RuO_2 c
R_2O_5	As_2O_5 g	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
RO_3	—	—	TeO_3 g	WO_3 g	MoO_3 g	VO_3 g	—	—	—	—	—	OsO_3 f	IrO_3 g	—	—	RuO_3 g
R_2O_7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
RO_4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	OsO_4 g	—	—	—	—

a = Suboxyd. b = Oxydul. c = Oxyd. d = Sesquioxydul. e = Superoxyd. f = -ige Säure. g = Säure. h = Uebersäure.

1379 Zusammenstellung der Eigenschaften der (regulinischen) Metalle.

Namen.	Farbe und Glanz.	Cohärenz.	Specif. Gewicht.	Chemische Beschaffenheit.	Anwendungen.
Mangan Mn.	Grau weiß.	Spröde.	8	Wasser zersetzend; sehr leicht oxydirend; sehr schwer schmelzbar.	In den Verbindungen zur Färberei, Chlorbereitung ꝛc.
Eisen, Fe.	Grau.	Sehr dehnbar und zähe; schweißbar.	7,8	Wasser zersetzend; leicht oxydirend; schwer schmelzbar.	Gußwaaren, Schmiedewaaren, Draht ꝛc. In den Verbindungen zur Färberei, Gerberei, Medicin ꝛc.
Chrom, Cr.	Weiß.	Spröde, hart.	6	Gesäuertes Wasser zersetzend. Oxydirt sich nicht leicht in trockner Luft; schwer schmelzbar.	In den Verbindungen als Anstrichfarben; in der Färberei und Druckerei.
Cobalt, Co.	Röthlich weiß.	Hart; wenig hämmerbar.	8,5	Gesäuertes Wasser zersetzend. Oxydirt sich nicht an der Luft, wohl in der Glühhitze. Strengflüssig.	Als Smalte zur Anstrichfarbe. Als Reagenz in der Chemie, Kobaltsolution.
Nickel, Ni.	Silberweiß, stark glänzend.	Dehnbar, schmiedbar.	8,3 bis 9	Oxydirt sich nicht; strengflüssig.	Als Hauptbestandtheil des Neusilbers.
Zink, Zn.	Bläulich weiß, stark glänzend.	Spröde u. blättrig als gegossenes Metall, erwärmt dehnbar, hämmerbar	6,8 bis 7,2	Gesäuertes Wasser zersetzend. Oberflächlich sich oxydirend. Leicht flüssig; flüchtig.	Als Blech, zum Gießen, als Bestandtheil des Messings, der Bronze ꝛc. Als schützender Ueberzug anderer Metalle.
Kadmium, Cd.	Zinnweiß, stark glänzend.	Dehnbar, schmiedbar.	8,6 bis 8,7	Gesäuertes Wasser langsam zersetzend. Wenig sich oxydirend, leicht in der Glühhitze; flüchtig, leicht schmelzbar.	CdS als gelbe Malerfarbe.

Nach diesem Muster soll fortgefahren werden!

1380 Uebersichtliche Zusammenstellung der Oxydationsstufen folgender (bekannteren) Metalle:

Mn, Fe, Cr, Co, Ni, Zn, Cd, Sn, Pb, Bi, Sb, As, Cu, Hg, Ag, Au, Pt.

Mn	MnO, Manganoxydul	grün, graugrün	als Hydrat weiß
	Mn_2O_3, Manganoxyd	röthlich braun	» » braun
	MnO, Mn_2O_3, Manganoxydoxydul	braun	
	MnO_2, Mangansuperoxyd	schwarz	» » braun
	MnO_3, Mangansäure		
	Mn_2O_7, Uebermangansäure	roth	

Fe	FeO, Eisenoxydul	schwarz	als Hydrat weißgrünlich
	Fe_2O_3, Eisenoxyd	roth	» » braunroth
	FeO, Fe_2O_3, Eisenoxyduloxyd	schwarz, braunschwarz	» » schwarz
	FeO_3, Eisensäure		

Nach diesem Muster fortzufahren!

1381 Uebersichtliche Zusammenstellung der Chlorstufen der unter voriger Nummer aufgeführten Metalle.

Mn	$MnCl$, Manganchlorür	röthlich	$MnCl + 4HO$, rothe Krystalle
	Mn_2Cl_2, Manganchlorid	roth	
Fe	$FeCl$, Eisenchlorür	grünlich weiß	$FeCl + 4HO$, bläulich grüne Krystalle
	Fe_2Cl_3, Eisenchlorid	braun	$Fe_2Cl_3 + 12HO$, braungelbe Krystalle
Cr	$CrCl$, Chromchlorür	weiß	
	Cr_2Cl_3, Chromchlorid	roth	$Cr_2Cl_3 + 9HO$.

So fortzufahren!

1382 Zusammenstellung der im Lehrbuche aufgeführten schwefelsauren Salze der Schwermetalle in Nr. 1380.

Mn	MnO, SO_3, rosenroth, 4 HO	Cr	$Cr_2O_3, 3SO_3$, violett
	Mn_2O_3, SO_3, roth		$KO, SO_3 + Cr_2O_3, 3SO_3 + 24HO$, purpurroth
Fe	FeO, SO_3, bläulich grün, 7 HO	Co	CoO, SO_3, roth, 7 HO
	$Fe_2O_3, 3SO_3$, gelb	Ni	NiO, SO_3, grün, 7 HO

So fortzufahren!

1383 Zusammenstellung der im Lehrbuche aufgeführten salpetersauren Salze der Schwermetalle in Nr. 1380.

Fe	$Fe_2O_3, 3NO_5$, rothbraun	Cd	$CdO, NO_5 + 4HO$, farblos
Co	$CoO, NO_5 + 6HO$, rosenroth	Sn	SnO, NO_5, gelb
Ni	$NiO, NO_5 + 6HO$, smaragdgrün	Pb	PbO, NO_5, farblos

Nach diesem Beispiel fortzufahren!

1384 Uebersichtliche Zusammenstellung der Reactionen mit den Verbindungen (Salze und Holoidsalze) der unter Nr. 1380 aufgeführten Metalle.

		HS	Schwefelammon.	Aetzende Alkalien.	Aetzammoniak.	Kohlensaure Alkalien.	Besondere Reactionen.
M	MnO	nicht oder unvollständig	Fleischfarben MnS	weiß Manganoxydulhydrat		weiß MnO, CO_2	Mit Soda grünes mangansaures Natron. Boraxperle warm violett — kalt farblos.
Fe	FeO	nicht	schwarz FeS	weiß, rasch grün werdend, Oxydulhydrat		weiß bald grün, braun werdend FeO, CO_2	Ferrocyankalium weiß, bläuend; Ferridcyankalium blau, Boraxperle gelb, kalt farblos.
	Fe_2O_3	weiß S	schwarz FeS	gelb, braun, Eisenoxydhydrat			Ferrocyankalium blau; Ferridcyankalium färbt braun, Rhodankalium blutroth.
Cr	Cr_2O_3	nicht	bläulich grün, Oxydhydrat	blaugrün. Oxydhydrat grün sich lösend	roth sich lösend	graublau	Boraxperle grün.
	CrO_3			färben hochroth oder citrongelb		färben hochroth oder citrongelb	Chlorbarium gelbweiß, BaO, CrO_3. Salpetersaures Silberoxyd purpurfarben. Essigsaures Bleioxyd gelb.
Co	CoO	nicht	schwarz CoS	blau	blau	roth	Ferrocyankalium hellgrün; Ferridcyankalium braunroth. Oxalsäure und Kleesalz rosenrothes CoO, C_2O_3. Boraxperle blau, schwarz.
Ni	NiO	nicht	schwarz NiS	grünes Oxydulhydrat	löst blau	blaugrün	Oxalsäure und Kleesalz grün. Ferrocyankalium hellgrün. Boraxperle warm violett, kalt rothbraun (grau).

Auf diese Art soll fortgefahren werden!

Fragen (die Schwermetalle betreffend).

a. Welche Eigenschaften kommen allen Schwermetallen zu? — b. Welche Metalle werden als Metalle in der Haushaltung und in der Industrie gebraucht? — c. Welches wird nur in Legirung mit anderen gebraucht? — d. Welche Metalllegirungen werden benutzt? — e. Welche Metalle zeichnen sich durch große Zähigkeit aus und welche durch große Geschmeidigkeit? — f. Welches Metall ist bei gewöhnlicher Temperatur flüssig? — g. Welche Metalle sind roth? — h. Welche Metalle nehmen die schönste Politur an? — i. Welche Metalle sind sehr geschmeidig, aber wenig zähe? — k. Welches Metall bildet mit Hg kein Amalgam? — l. Wie benutzt man diese Eigenschaft? — m. Welches von den in der Industrie ꝛc. gebrauchten Metallen kann nicht zum Gusse benutzt werden, und warum nicht? — n. Welches Metall wird zum Löthen des Platins gebraucht? Welches zum Löthen des Kupfers? Welches zum Löthen des Goldes? — o. Welche Metalle werden angewandt, um auf anderen einen diese vor Oxydation schützenden Ueberzug zu bilden? — p. Welche, um Metallen einen verschönernden Ueberzug zu geben? — q. Welches Verfahren wendet man an, um andere Metalle zu versilbern, zu vergolden, zu verplatiniren? — r. Wie kann Eisen verkupfert werden? Wie verzinnt? Wie verzinkt? — s. Welche Metalle bilden eine leichtflüssige Legirung? — t. Welche Metalle machen im Allgemeinen die Legirungen mit anderen hart? — u. Welches Metall wird benutzt, um (beim Ausbringen) Legirungen anderer zu trennen (Absaigern)? — v. Durch welches Verfahren wird Silber aus dem silberhaltigen Pb gewonnen. — w. Welches Metall wird zur Silbergewinnung aus den Erzen benutzt, und durch welches Verfahren? — x. Welche Metalle sind flüchtig, zu destilliren? — y. Welche von den Platinmetallen werden technisch benutzt? — z. Welche Legirung wird zu Buchdruckerlettern gebraucht? — aa. Durch welche verschiedene Mittel lassen sich Oxyde der Metalle bilden? — bb. Welche Metalle kommen gediegen in der Natur vor, und welche besonders als Oxyde? — cc. Durch welches verschiedene Verfahren gewinnt man aus den Metalloxyden die Metalle? — dd. Welcher Körper wird wohl am meisten dazu gebraucht? — ee. Welche Metalloxyde finden im technischen und bürgerlichen Leben Anwendung? — ff. Welche Metalloxyde werden in der Chemie z. B. als Reagenzien gebraucht? Welche in der Medicin? — gg. Welche Metalloxyde oder Metallsäuren äußern giftige Wirkungen auf den thierischen Körper? — hh. Welche Metalloxyde werden zum Färben des Glases gebraucht? Welche, um die Glas- oder Porzellanoberfläche farbig zu verzieren? — ii. Welche Sauerstoffverbindungen der Metalle dienen zum Glasiren der Thongefäße? — kk. Welche Sauerstoffverbindungen werden dem schmelzenden Glase zugesetzt, um demselben eine besondere Beschaffenheit zu ertheilen? — ll. Welche Metalloxyde bilden sogenannte Alaune? — mm. Welche Metalle kommen besonders mit Schwefel verbunden in der Natur vor? — nn. Welche mit Arsenik verbunden, als Arsenikmetalle? — oo. Welche natürlich vorkommenden Schwefelmetalle werden technisch benutzt,

und wozu? Welche Arsenikmetalle? — pp. Welche Namen giebt man den natürlich vorkommenden Schwefelmetallen? — qq. Welche natürlichen Schwefelmetalle finden sich besonders schön krystallisirt? — rr. Welche Metalle bilden mit Wasserstoff gasförmige Verbindungen? — ss. Welche verschiedene Mittel wendet man an, um Chlorverbindungen hervorzubringen? — tt. Welche Metalle haben ein besonders starkes Vereinigungsstreben zu Chlor, entzünden sich im Chlor? — uu. Welche Chlormetalle finden Anwendung in der Technik? — vv. Welches Chlormetall bildet ein kräftiges Arzneimittel, welches ein starkes Gift? — ww. Welche Anwendung finden Chlorgold, Chlorsilber, Chlorplatin? — xx. Wozu wird Eisenchlorid gebraucht? — yy. Wozu gebraucht man Chlorzink und Ammoniumzinkchlorür? — zz. Welches Cyanmetall ist besonders merkwürdig? Welches ist giftig? — aaa. Welche Salze der Metalle finden sich in der Natur? — bbb. Welche Metallsalze finden in der Färberei und Druckerei Anwendung? — ccc. Welche Metallsalze werden als Reagenzien in der Chemie benutzt? — ddd. Welche Metallsalze sind Gifte für den thierischen Körper? — eee. Welche Metallsalze werden als Arzneimittel benutzt? — fff. Welche Metallsalze zerlegen sich schon durch Wasser in saure und basische? — ggg. Welches Eisensalz wird verschmolzen? Welches Kupfersalz? Welches Zinksalz? — hhh. Welches Bleisalz findet in der Technik Anwendung? — iii. Welches arsenigsaure Salz wird als schöne Anstrichfarbe benutzt? — kkk. Welche Metalle bilden knallsaure Salze? — lll. Welches Silbersalz dient besonders als Reagenz? — mmm. Welche Metalle bilden Säuren? — nnn. Welche bloß Säuren? — ooo. Welches Metall hat die wenigsten Orydationsstufen? — ppp. Welche Metalle haben die meisten Orydationsstufen? — qqq. Welche Metalle bilden Suboryde? Welche Superoryde?

Alphabetisches Register.

Die beigefügten Ziffern geben die Paragraphenzahl an.

A.

Abdampfen, Anhang §. 8.
Abdampfschale, s. Anhang 8.
Absorbiren 9.
Absorptionskraft der Kohlen 209.
Abstich, Stich beim Hohofen 823.
— beim Cupolofen 850.
Abstrich bei der Treibarbeit 1039.
Abtreiben auf dem Treibheerd 1039.
Aeolipile, s. Anhang.
Aequivalente, chemische 26.
Aërostat 47.
Aetherin 225.
Aetzammoniak 644.
Aetzbaryt 681.
Aetzen in Kupfer 297.
— in Glas 488.
Aetzgrund 489.
Aetzkali 527.
Aetzkalilauge 527.
Aetzkalk 707.
Aetznatron 593.
Aetznatronlauge 594.
Affiniren des Silbers 1299.
Affinität 2.
Alabaster 126.
Alaun 767.
Alaun, cubischer 770.
— gebrannter 771.
— octaëdrischer 769.
— römischer 774.
Alaunerde 774.
Alaunerz 774.
Alaunmehl 774.
Alaunschiefer 774.
Alaunstein 774.
Albit §. 777.
Algarothpulver 1101.
Alkalimetalle 677.
Alkalimetrie 558.
Allotropie 203.
Allotropische Zustände 203.
Aludeln 1223.
Aluminate 760.
Aluminium 758.
Aluminiumchlorid 764.
Aluminiumoxyd 758.
Amalgam 28. 1227.
Amalgamation 28. 1227 u. 1267.
Amalgamationsverfahren, Freiberger 1268.
— Amerikanisches 1268.
Amalgamiren 28.
Amalgamirtonnen 1267.
Amethyst 265.
Amide 625.
Ammon, Ammonium 637.
Ammoniak 639.
— kohlensaures 663.
Ammoniakalaun 775.
Ammoniaksalze 674.
Ammoniumoxyd 662.
— cyansaures 673.
— kohlensaures 663.
— oxalsaures 672.
— phosphorsaures 670.
— salpetersaures 668.
— salpetrigsaures 669.
— schwefelsaures 667.
Ammonium-Iridiumchlorid 1337.
— -Iridiumchlorür 1337.
— -Osmiumchlorid 1337.
— -Platinchlorid 1332.
— -Sulfhydrat 650.
— -Zinkchlorid 1020.
Ammonium-Zinkchlorür §. 988.
Amorph 82.
Analyse der atmosphärischen Luft 70.
Anatas 1026.
Anhydrit 726.
Anlassen des Stahls 862.
Antimon, Antimonium 1079.
Antimonblüthe 1086.
Antimonchlorid 1102.
Antimonchlorür 1098.
Antimonglas 1095.
Antimonige Säure 1085.
Antimonkalium 1082.
Antimonoxyd 1083.
— antimonsaures 1088.
— salpetersaures 1103.
— schwefelsaures 1103.
Antimonsäure 1087.
Antimonsäurehydrat 1087.
Antimonsulfid 1096.
Antimonsulfür 1090.
Antimonwasserstoff 1089.
Apatit 729.
Aquamarin 795.
Arbeitsseite beim Hohofen 843.
Argentan 966.
Arragonit 722.
Arsen, Arsenicum 1109.
Arsenchlorür 1127.
Arsenige Säure 1114.
Arsenik, weißer 1114.
Arsenikglas, rothes 1123.
Arsenkies 1109.
Arsenkobalt 946.
Arsensäure 1119.
Arsensulfid 1126.
Arsensulfür 1123.
Arsenwasserstoff 1120.

Aspirator §. 67.
Atomgewicht 26.
Auflösen, Auflösung 50.
Auripigment 1124.
Aurum 1298.
Azoticum 64.

B.

Backkohlen 232.
Bancazinn 1002.
Barium, Barium 678.
Bariumoxyd 680.
Bariumsuperoxyd 685.
Baryt 680.
— chlorsaurer 694.
— eisensaurer 875.
— kohlensaurer 693.
— salpetersaurer 692.
— schwefelsaurer 691.
— unterphosphorigsaurer 387.
Baryterde 680.
Barytwasser 683.
Barren 849.
Basen 7.
Beinglas 634.
Beinschwarz 201.
Beizen mit Salpetersäure 294.
Beize von Bancroft 1021.
Belegen der Spiegel 631.
Bergblau 1217.
Berlinerblau 240. 897.
Beryll, Beryllium 792.
Beryll, Mineral 795.
Beryllerde 793.
— kohlensaure 793.
— kieselsaure 795.
Berylliumchlorid 794.
Berylliumoxyd 793.
Bittererde 742.
Bittersalz 746.
Bitterspath 747.
Bitterwasser 747.
Blättererz 1144.
Blanc d'Espagne 1074.
Blanc de Perle 1074.
Blasebalg, s. Anhang.
Blasenstahl 858.
Blattgold 1301.
Blaueisenerde 914.
Blaufeuer 578.
Blausäure 504.
Blaustein 1210.
Blei 1033.
Bleibaum 1064.
Bleiche 789.
Bleichen des Chlors 147.
Bleiasche 1041.
Bleichlorid §. 1050.
Bleiessig 1064.
Bleiglätte 1039.
Bleiglanz 1049.
Bleiglas 632.
Bleikalk 1065.
Bleikammer 337.
Bleioxyd 1042.
— antimonsaures 1106.
— basisches 1064.
— borsaures 1060.
— chromsaures 1063.
— essigsaures 102.· 1064.
— kohlensaures 1054.
— kieselsaures 1061.
— phosphorsaures 1062.
— salpetersaures 1059.
— schwefelsaures 1053.
Bleioxydhydrat 1044.
Bleischmelzofen 1037.
Bleistein 1035.
Bleisuboxyd 1041.
Bleisuperoxyd 1046.
Bleisuperoxyd-Oxyd 1047.
Bleiweiß 1053.
Bleiweißfabrikation, englische 1056.
— französische 1056.
— holländische 1055.
Bleizucker 1064.
Blende 986.
Blicksilber 1270.
Blutlaugensalz 240. 886.
— rothes 892.
Blutstein 840.
Bohnerz 840.
Bolus 779.
Bor, Borum 254.
Borax, octaëdrischer 620.
— prismatischer 620.
Borsäure 254. 447.
Brauneisenstein 840.
Braunstein 16. 818.
Brausepulver 616.
Brechweinstein 1107.
Bremerblau 1197.
Bremergrün 1217.
Brenner 232.
Brennstahl 856.
Brodenfang 598.
Brom, Bromum 163.
Bromide 169.
Bromkalium 163. 545.
Bromkiesel 273.
Brommagnesium 163.
Bromnatrium 163. 600.
Bromphosphor 177.
Bromsäure 400.
Bromschwefel 176.
Bromsilber 1286.
Bromstickstoff §. 175.
Bromtinctur 170.
Bromwasserstoffsäure 484.
Bronze 1186.
Bronziren 1187.
Brookit 1026.
Bruniren 1100.
Bühne 906.
Buntkupfererz 1172. 1201.

C.

Cadmium 993.
Cadmiumchlorür 998.
Cadmiumoxyd 996.
Cadmiumoxydhydrat 996.
Cadmiumoxyd, kohlensaures 999.
— salpetersaures 999.
— schwefelsaures 999.
Cadmiumsuboxyd 995.
Calcination 323.
Calcium 705.
Calciumoxyd 707.
Calciumsuperoxyd 706.
Calomel 1240.
Campagne des Hohofens 843.
Caput mortuum 326.
Carbonicum 5. 200.
Cement 712.
— römischer 712.
Cementirofen 858.
Cementkupfer 1182.
Cementstahl 856. 858.
Cer, Cerium 808.
Ceroxyd 808.
Ceroxydhydrat 808.
Chamäleon, mineralisches 823.
Chamottsteine 790.
Chilisalpeter 279. 617.
Chlor 16. 136.
Chlorätherin 225.
Chloraluminium 764.
Chlorammonium 159. 652.
Chlorantimon 95.
Chlorarsen 1127.
Chlorbarium 290. 688.
Chlorberyllium 794.
Chlorblei 1050.
Chlorbleiche 148. 733.
Chlorbor 261.
Chlorcadmium 998.
Chlorcalcium 142. 716.
Chlorchromsäure 932.
Chlorcyan 244.
Chloreisen 154.
Chlorhydrat 146.
Chlorid 140.

Chlorige Säure §. 396.
Chlorkali 573.
Chlorkalium 16. 143. 540.
Chlorkalium-Platinchlorid 1326.
Chlorkalk 148. 730.
Chlorkiesel 272.
Chlorkupfer 154. 1204. 1206.
Chlorlithium 636.
Chlormagnesium 744.
Chlormangan 138. 830. 831.
Chlornatrium 139. 596.
Chloroxydgas 397.
Chlorphosphor 161.
Chlorsäure 393.
Chlorschwefel 160.
Chlorstickstoff 159.
Chlorstrontium 700.
Chlorstufen 140.
Chlorthorium 803. 805.
Chlorür 140.
Chlorwasser 146.
Chlorwasserstoffsäure 461.
Chlorzink 987.
Chlorzinn 1014. 1018.
Chlorzirconium 799.
Chrom, Chromium 17. 917. 918.
Chromalaun 936.
Chromchlorid 931.
Chromchlorür 930.
Chromeisenstein 937.
Chromgelb 943.
Chromorange 943.
Chromoxyd 920.
— schwefelsaures 17. 935.
Chromoxydhydrat 922.
Chromoxyd-Kali, schwefelsaures 936.
Chromoxydul 919.
Chromoxydulhydrat 919.
Chromsäure 17. 925.
Chromsuperchlorid, chromsaures 932.
Coaguliren 1246.
Coaks 201.
Coaksöfen 201.
Cölestin 697.
Colcothar 326.
Collodium 296.
Composition 1020.
Condensation der Kohlensäure 421.
Condensationskammer 78.
Condensator 232.
Condensiren 49.
Constitutionswasser 299.
Corpora halogenia 276.
Corund 761.
Crocus 1095.
Cyan, Cyanum §. 240.
Cyaneisen 240. 886.
Cyanide 244.
Cyankalium 546.
Cyanmetalle 244.
Cyanquecksilber 240. 1252.
Cyansäure 444.
Cyanursäure 444.
— unlösliche 445.
Cyanüre 244.
Cylindergebläse 843.

D.

Dachziegel 789.
Dammstein 823.
Dampfhammer 852.
Darrling 1171.
Darrofen 1176.
Decrepitiren der Krystalle 59.
Desoxydation 20.
Desoxydiren 20.
Destillat 49.
Destillation 49.
— trockne 231.
Destilliren 49.
Diamant 202.
Dianenbaum 1273.
Diaspor 761.
Didymium 808.
Didymoxyd 808.
Didymoxydhydrat 808.
Diffusion der Gase 408.
Dimorph 82.
Dinte, lithographische 724.
— sympathetische 954.
Dithionige Säure 363.
Dithionsäure 364.
Dolomit 747.
Doppelsalz 17.
Druckerschwärze 101.
Düse am Hohofen 843.
Dungsalz 599.
Durchbohren des Korks, Anhang 2.

E.

Eau de Javelle 573.
Edelstahl 859.
Einsumpfen des Kalks 712.
Eisen 837.
Eisenbeize 912.
Eisenblech 853. 854.
Eisenbisulfuret 878.
Eisenchlorid 154. 882.
Eisenchlorür 154. 879.
Eisencyanid 892.
Eisencyankalium 240. 892.
Eisencyanür §. 886.
Eisencyanür-Cyanid 897.
Eisendraht 855.
Eisengießerei 850.
Eisenglanz 840.
Eisenglimmer 840.
Eisenhammerschlag 8. 873.
Eisenkasten 843.
Eisenoxyd 8. 867.
— oxalsaures 915.
— salpetersaures 288. 912.
— schwefelsaures 32. 909.
Eisenoxydhydrat 872.
Eisenoxydul 865.
— kohlensaures 913.
— phosphorsaures 914.
— schwefelsaures 19. 903.
Eisenoxydoxydul 8. 873.
Eisenoxydoxydulhydrat 874.
Eisenoxydulhydrat 865.
Eisensäure 875.
Eisensulfuret 877.
Eisenvitriol 32. 903.
Element, chemisches 1.
Email 634.
Emailliren der Kochgeschirre 850.
Entstehungszustand 198.
Entzünden 237.
Erbinerde 807.
— schwefelsaure 807.
Erbium 807.
Erden, eigentliche 809.
Erdmetalle 809.
Erlöschen 238.
Eschel 962.
Essigsäure 103.
Eudiometer 70.
Eudiometrie 70.
Extractionsverfahren 1267.

F.

Fahlerze 1266.
Farbe 962.
Fatisciren 58.
Fayence 787.
Feinbrennen 1270.
Feineisenfeuer 852.
Feingold 1303.
Feinmachen 852.
Feinsilber 1270.
Feldspath, dichter 777.
— glasiger 777.
Feldstein 777.
Fensterglas 630.
Ferridcyankalium 892.
Ferrocyankalium 886.
Feuervergoldung 1304.
Feuerversilberung 1275.

Filter, Anhang §. 7.
Filter von Dumont 206.
Flamme, Theile der 234.
Flammofen 611.
Flaschenglas 629.
Fliegenstein 1110.
Flüssigkeit, holländische 225.
Fluor 198.
Fluorbor 263.
Fluorborwasserstoffsäure 263.
Fluorcalcium 198. 721.
Fluoride 495.
Fluorkalium 266. 502.
Fluorkiesel 274. 496.
Fluorkieselkalium 266. 502.
Fluorkieselwasserstoffsäure 498.
Fluorüre 495.
Fluortitan 1031.
Fluorzirconium 799.
Fluorzirconiumkalium 797.
Fluorwasserstoffsäure 488.
Fluß, schwarzer 553.
— weißer 553.
Flußsäure 488.
Flußspath 198. 721.
Flußspathsäure 488.
Form 850.
Formen 843.
Formkasten 850.
Formsand 850.
Frischen des Roheisens 851.
Frischfeuer, Frischheerd 852.
Frischstücke 1176.
Fritten 628.
Fritteporzellan 781.
Füllung 843.
Fuselöl, Entfernen des 209.

G.

Gaarbrennen des Porzellans 784.
Gaarmachen des Schwarzkupfers 1173.
Gaarofen 1175.
Gaarkupfer 1175.
Gadolinit 807.
Galeerenofen 326.
Galläpfel-Gerbsäure 908.
Galmei, edler 976.
Galvanoplastik 1183. 1184.
Gasometer, Anhang 9. 232.
Gasretorten, thönerne 790.
Gebläse 843.
Gelb, Casseler 1051.
— Turner's 1051.
Gelbeisenstein 840.
Gelbfeuer 578.
Gerben des Stahls 859.
Gerbstahl §. 859.
Gestell des Hohofens 843.
Gibbsit 761.
Gicht 843.
Gichtmantel 843.
Gießloch 850.
Gießtafel beim Glase 631.
Giftfänge 962. 1115.
Giftmehl 1115.
Giftthurm 1115.
Glätte 1039.
Glättgasse 1039.
Glanzkobalt 946. 1109.
Glas 620.
Glasbläsertisch, s. Anhang.
Glaserz 1266.
Glasfabrikation 628.
Glasfäden 634.
Glasgalle 628.
Glashafen 627.
Glaskopf, brauner 846.
— rother 840.
Glasmacherseife 819.
Glasmalerei 633.
Glasofen 628.
Glasperlen 634.
Glaspfeife 629.
Glasröhren 629.
Glasur 783.
Glasurbrühe 783.
Glaubersalz 141. 601.
Glockenflasche 23.
Glockenspeise 1186.
Glühspahn 839.
Glycinerde 895.
Gold 1298.
Goldchlorid 1309.
Goldchlorür 1309.
Goldcyanid 1313.
Goldcyanür 1313.
Goldglätte 1042.
Goldoxyd 1306.
Goldoxyd-Ammoniak 1307.
Goldoxydhydrat 1306.
Goldoxydul 1305.
Goldplattirung 1304.
Goldprobe 1303.
Goldpulver 1302.
Goldpurpur, Cassius'scher 1315.
Goldsäure 1306.
Goldschlägerhaut 47. 1301.
Goldschwefel 1096.
Goldsud 1304.
Goldsulfid 1308.
Goldsulfuret 1308.
Goulard'sches Wasser 1064.
Gradiren 598.
Gradirwerk 598.
Graduiren 70.
Graphit §. 202.
Graphittiegel 790.
Graubraunsteinerz 618.
Grauspießglanzerz 1079.
Grubengas 219.
Grundstoff 11.
Grünfeuer 578.
Grün, Neuwieder 1131.
— Pariser 1131.
— Rinmann'sches 958.
— Scheel'sches 1131.
— Schweinfurter 1131.
Grünbleierz 1158.
Grünspan 1219.
— blauer 1219.
Gußeisen 850.
Gußstahl 860.
Gyps 725.
— Brennen des 725. 726.
Gypsfiguren 527.
Gypsmarmor 727.
Gypsmörtel 727.
Gypsspath 726.
Gypsstein 726.
Gypswasser 728.

H.

Härten des Stahls 861.
Hafen 627.
Haloïdsalze 140.
Hammer 852.
Hammergaarmachen 1175.
Hammerschlag 839.
Harmonika, chemische 36.
Harnstoff 444.
Hartloth 1186.
Haube beim Meiler 201.
Hausmannit 817.
Harzgas 233.
Heerd 843.
Heerdfrischen 852.
Heerdguß 850.
Höllenstein 1291.
Hohlglas 629.
Hohofen 843.
Holzessig 230.
Holzkohle 201.
Holztheer 230.
Holzzinn 1001.
Hornblei 1050.
Hornblende 752.
Hornsilber 1284.
Hyacinth 797. 800.
Hydrargyrum 3. 1221.
Hydrat 60.
Hydratwasser 60.
Hydrogenium 3. 28.
Hydrothionsäure 94.

I.

Indigschwefelsäure §. 346.
Iridium 1346.
Iridiumoxyd 1349.
Iridiumoxydhydrat 1349.
Iridiumoxydul 1347.
Iridiumsäure 1350.
Iridiumsesquioxyd 1348.
Isomerische Verbindungen 381.

Jawellische Lauge 573.
Jod, Jodum 180.
Jodblei 1052.
Jodide 188.
Jodkalium 542.
Jodnatrium 182. 600.
Jodphosphor 195.
Jodquecksilber 1250.
Jodsäure 402.
Jodschwefel 194.
Jodsilber 1287.
Jodstickstoff 193.
Jodtinctur 184.
Jodüre 188.
Jodwasser 184.
Jodwasserstoffsäure 486.

K.

Kali 6. 527.
— antimonsaures 1085. 1104.
— arsenigsaures 1130.
— arsensaures 1132.
— bromsaures 163.
— chlorsaures 16. 575.
— chromsaures 17. 937.
— — neutrales 938.
— — saures 941.
— cyansaures 444. 581.
— eisensaures 875.
— goldsaures 1307.
— jodsaures 580.
— iridsaures 1350.
— kieselsaures 582.
— kohlensaures, einfaches 550.
— — doppeltes 559.
— molybdänsaures 1161.
— osmium- u. osmigsaures 1337.
— oxalsaures 425. 586.
— ruthensaures 1368. 1372.
— salpetersaures 562.
— schwefelsaures, einfach 17. 560.
Kali, schwefelsaures, doppelt §. 561.
— überchlorsaures 579.
— übermangansaures 823.
— unterchlorigsaures 573.
— unterphosphorigsaures 131.
— vanadsaures 1171.
— zinnsaures 1011.
Kalialaun 769.
— cubischer 769.
— octaëdrischer 769.
— römischer 774.
Kali-Antimonoxyd, weinsaures 1107.
Kalihydrat 527.
Kalilauge 527.
Kalium 520.
Kaliumeisencyanid 892.
Kaliumeisencyanür 886.
Kaliumgoldchlorid 1312.
Kaliumgoldcyanid 1314.
Kaliumgoldcyanür 1313.
Kaliumoxyd 527.
Kaliumpalladiumchlorid 1359.
Kaliumpalladiumchlorür 1359.
Kaliumpalladiumcyanür 1360.
Kaliumplatinchlorid 1332.
Kaliumplatincyanür 1333.
Kaliumrutheniumsesquichlorid 1376.
Kaliumrutheniumsesquichlorür 1376.
Kaliumsulfhydrat 539.
Kaliumsuperoxyd 526.
Kalk, Kalkerde 18. 707.
Kalk, Brennen desselben 711.
— Löschen desselb. 708. 712.
— kohlensaurer 722.
— oxalsaurer 737.
— phosphorsaurer 126. 729.
— salpetersaurer 736.
— schwefelsaurer 725.
— unterchlorigsaurer 730.
Kalkbrei 708.
Kalkhydrat 708.
Kalklicht von Drummond 23.
Kalkmergel 779.
Kalkmilch 708.
Kalkmörtel 712.
Kalkofen 711.
Kalkschwefelleber 714.
Kalkspath 722.
Kalkstein, dichter 722.
— erdiger 722.
— körniger 722.
Kalkstein, lithographischer §. 724.
Kalkwasser 708.
Kanonengut 1186.
Kaolin 779.
Kapseln 784.
Karat 1303.
Kastengebläse 843.
Kastenguß 850.
Kelp 182.
Kelle 850.
Kermes 1093.
Kern 850.
Kernschacht beim Hohofen 843.
Kesselstein 50.
Kienruß 201.
Kienstöcke 1176.
Kiesel 265.
Kieselerde 265. 453.
Kieselfeuchtigkeit 582.
Kieselfluorkalium 266.
Kieselfluorwasserstoffsäure 496.
Kieselsäure 453.
Kieselsinter 457.
Kieselzinkerz 976.
Kleesalz 425.
Kleesäure 423.
Klinker 789.
Knall 46.
Knallgas 41.
Knallgold 1307.
Knallplatin 1327.
Knallquecksilber 1363.
Knallsilber 1295.
Knochenkohle 200.
Kobalt 946.
Kobaltchlorid 953.
Kobaltchlorür 953.
Kobaltkies 952.
Kobaltoxyd 950.
Kobaltoxydhydrat 950.
Kobaltoxydul 949.
Kobaltoxydoxydul 950.
Kobaltoxydul, kohlensaures 960.
— kieselsaures 962.
— oxalsaures 961.
— salpetersaures 956.
— schwefelsaures 955.
Kobaltoxydulhydrat 949.
Kobaltoxydul-Kali, kieselsaures 962.
Kobaltsafflor 947.
Kobaltspeise 962. 964.
Kochsalz 596.
Königsgelb 1125.
Königswasser 481.
Körnerzinn 1002.

Kohle §. 200.
— thierische 200.
— vegetabilische 200.
Kohlenbrennen in Meilern 201.
— in Oefen 201.
Kohlenoxydgas 211. 434.
Kohlensäure 5. 403.
Kohlenstoff 200.
Kohlenstoffsulfid 245.
Kohlenwasserstoffgas, leichtes 213.
— schweres ölbildendes 220.
Kolben 1.
Kreide 722.
— lithographische 724.
Krystall 55.
Krystallglas 632.
Krystallhaut 19. 56.
Krystallisation, gestörte 57.
Krystallwasser 58.
Kühlapparat 49.
Kühlofen 628.
Kunstbleiche 148.
Kupfer 1172.
Kupferchlorid 154. 1204.
Kupferchlorür 154. 1206.
Kupferglanz 1172. 1201.
Kupferhammerschlag 1194.
Kupferindig 1202.
Kupferkies 1172. 1201.
Kupferlasur 1172. 1217.
Kupfernickel 964. 1109.
Kupferoxyd 38. 1194.
— arsenigsaures 1218.
— essigsaures 1219.
— kohlensaures 1217.
— salpetersaures 305. 1215.
— schwefelsaures 305. 1210.
— =Ammoniak 648. 1198.
— — schwefelsaures 1214.
Kupferoxydhydrat 1197.
Kupferoxydul 1187.
Kupferoxydulhydrat 1192.
Kupferschiefer 1172.
Kupferstein 1174.
Kupfersuperoxyd 1200.
Kupfervitriol 1210.
Kupolöfen 850.

L.

Lackfarben 762.
Lackmuspapier 11.
Lanthan, Lanthanium 808.
Lanthanoxyd 808.
— schwefelsaures 808.
Lasurstein 777.
Lauge, Javellische 573.
Lebererz §. 1221.
Legiren 28.
Legirung 28.
Lehm 779.
Leuchtgas 228.
— Bereitung 232.
Liebig'scher Gaskrug 414.
Lithion, Lithiumoxyd 636.
— kohlensaures 636.
— schwefelsaures 636.
Lithium 636.
Lithographisches Verfahren 724.
Löschen des Kalks 708. 712.
Lösen, Lösung. 50.
Lösungsmittel 50.
Löthen 624.
Löthrohr 235.
Löthwasser 988.
Loth 624.
Luft, atmosphärische 69.
— fixe 419.
Luftballon 47.
Luftloch 850.
Luftmörtel 712.
Lupe 852.
Lustgas 318.

M.

Magnesia 742.
Magnesia alba 749.
Magnesia, kieselsaure 752.
— kohlensaure 749.
— phosphorsaure 751.
— salpetersaure 750.
— schwefelsaure 746.
— =Ammoniumoxyd, phosphorsaures 751.
Magnesiahydrat 742.
Magnesit 749.
Magnesium, Magnesium 739.
Magnesiumoxyd 742.
Magneteisenstein 840.
Magnetkies 877.
Malachit 1172. 1217.
Malaccazinn 1002.
Mangan, Manganium 16. 811.
Manganalaun 835.
Manganchlorid 140. 831.
Manganchlorür 140. 830.
Manganit 815.
Manganbister 833.
Manganoxyd 18. 815.
— schwefelsaures 19. 835.
Manganoxydhydrat 814. 815. 832.
Manganoxydul 18. 351. 813.
— essigsaures 102.
Manganoxydul, kohlensaures §. 139. 834.
— schwefelsaures 832.
Manganoxydulhydrat 814.
Manganoxydoxydul 18. 817.
Mangansäure 822.
Mangansuperoxyd 16. 818.
Mangansuperoxydhydrat 823.
Mantel 843.
Marbel 629.
Marienglas 726.
Marmor 722.
Massicot 1047.
Meerschaum 752.
Meiler 201.
Mennige 100.
Mergel 722.
Mergelerde 779.
Messing 1185.
Metazinnsäure 1011.
Metall von Rose 1069.
Metalloïde 276.
Miasmen 71.
Mineralgrün 1131. 1217.
Mineralturpeth 1259.
Mineralisches Chamäleon 832.
Mischungsgewicht 26.
Mittelkühr 859.
Mock 859.
Modell 850.
Mörtel 712.
— hydraulischer 712.
Moiré métallique 1004.
Molybdän, Molybdanium 1158.
Molybdänchlorid 1165.
Molybdänchlorür 1165.
Molybdänglanz 1158.
Molybdänoxyd 1162.
Molybdänoxydul 1161.
Molybdänoxydulhydrat 1161.
Molybdänsäure 1163.
Monothionige Säure 350.
Monothionsäure 322.
Morasterz 840.
Muschel 785.
Muschelfarben 785.
Musivgold 1013.
Mutterlauge 56.

N.

Nabeleisen 629.
Nase 789.
Natrium, Natrium 6. 588.
Natriumoxyd 6. 593.
Natriumsuperoxyd 592.

Natrium-Rhodiumsesquichlorür §. 1367.
Natriumsulfantimoniat 1097.
Natron 6. 593.
— antimonsaures 1105.
— borsaures, doppelt 620.
— goldsaures 1307.
— kieselsaures 626.
— kohlensaures, einfach 610.
— — zweifach 615.
— phosphorsaures 13. 618.
— salpetersaures 617.
— schwefelsaures 601.
— schwefligsaures 13. 607.
— unterchlorigsaures 619.
— unterschwefligsaures 608.
— vanadsaures 1171.
— wolframsaures 1157.
Natronalaun 776.
Natronhydrat 593.
Natronlauge 593.
Natron-Silberoxyd, unterschwefligsaures 1289.
Neapelgelb 1106.
Neusilber 966.
Nickel, Niccolum 964.
Nickelchlorür 971.
Nickeloxyd 969.
Nickeloxydul 968.
— oxalsaures 974.
— salpetersaures 973.
— schwefelsaures 972.
Nickeloxydul-Ammoniak, salpetersaures 973.
— — schwefelsaures 972.
Nickeloxydulhydrat 968.
Niederschlagarbeit 1037.
Niob, Niobium 1032.
Niobchlorid 1032.
Niobsäure 1032.
Nitrogenium 63.
Nor, Norium 802.
Norerde 802.

O.

Ocker 779.
Oefen, Anhang 6.
Oel der sieben Holländer 225.
Oelgas 233.
Operment 1124.
Osemundeisen 853.
Osmige Säure 1342.
Osmium, Osmium 1337.
Osmiumchlorid 1345.
Osmiumchlorür 1345.
Osmiumoxyd 1341.
Osmiumoxydul §. 1339.
Osmiumsäure 1343.
Osmiumsesquioxyd 1340.
Oxalsäure 423.
Oxyd 6.
Oxydation 6.
Oxydationsflamme 235.
Oxydationsstufen 7.
Oxydiren 6.
Oxydul 7.
Oxygenium 1. 11.
Ozon 25. 275.

P.

Palladium, Palladium 1353.
Palladiumchlorid 1359.
Palladiumchlorür 1359.
Palladiumcyanür 1360.
Palladiumoxyd 1357.
Palladiumoxydul 1356.
Palladiumsuboxyd 1355.
Paracyan 243.
Passauer Tiegel 790.
Pechblende 1136.
Pelop, Pelopium 1032.
Pelopsäure 1032.
Pentathionsäure 367.
Petalit 777.
Pfeifenthon 779.
Phosphor 10. 112.
Phosphorcalcium 132.
Phosphorige Säure 119. 383.
Phosphorkupfer 1203.
Phosphoroxyd 10. 125.
Phosphorsäure 10. 120.
— trockne 372.
— wasserhaltige 374.
Phosphorstickstoff 134.
Phosphorwasserstoff 130.
Physik 1020.
Physikfarben 1020.
Pinkcolour 1024.
Pinksalz 1020.
Pistole, elektrische 45.
Plastischer Thon 779.
Plattirung 1275.
Platin, Platina 1318.
Platinchlorid 1331.
Platinchlorür 1330.
Platinmetalle 1377.
Platinmohr 1321.
Platinoxyd 1326.
— salpetersaures 1335.
— schwefelsaures 1335.
Platinoxydhydrat 1326.
Platinoxydkali 1326.
Platinoxydul 1325.
— oxalsaures 1334.
Platinoxydulhydrat 1325.
Platinsalmiak §. 1332.
Platinschwamm 1319.
Platinschwarz 1321.
Pneumatische Wanne, Anhang 3.
Polymorph 82.
Porzellan, ächtes, hartes 781.
Porzellanerde 779.
Porzellanfabrikation 782.
Porzellanmalerei 785.
Porzellanmasse 781.
Porzellanofen 784.
Pottasche 550.
Präcipitat, Präcipitation 94.
— weißes 1248.
Probirstein 1303.
Puddeln 852.
Puddelofen 852.
Pulver 570.
Pulverfabrikation 572.
Pulvermühle 572.
Pulverstampfen 572.
Puzzolane 712.
Pyrolusit 818.
Pyrophore 538.

Q.

Quandel 201.
Quandelstangen 201.
Quarz 453.
Quecksilber 3. 1221.
Quecksilberamidchlorid 1248.
Quecksilberbromid 1249.
Quecksilberbromür 1249.
Quecksilberchlorid 1243.
Quecksilberchlorür 1240.
Quecksilbercyanid 1252.
Quecksilberjodid 1250.
Quecksilberjodür 1250.
Quecksilberlegal 1222.
Quecksilberofen von Almaden 1223.
— von Idria 1222.
Quecksilberoxyd 1. 1230.
— chromsaures 1261.
— knallsaures 1263.
— kohlensaures 1262.
— salpetersaures 1260.
— schwefelsaures 1259.
Quecksilberoxydul 7. 1229.
— chromsaures 1258.
— kohlensaures 1257.
— salpetersaures 102. 1254.
— schwefelsaures 1253.

R.

Radical 11.
Raseneisenstein 840.

Rast §. 843.
Rattengift 1114.
Rauhmauer beim Hohofen 843.
Rauhschacht b. Hohofen 843.
Rauschgelb 1124.
Reagenz 106.
Reagenzglas 1, Anhang 1.
Realgar 1123.
Reduciren 20.
Reduction 20.
Reductionsflamme 235.
Reinigungsapparat 232.
Reißblei 202.
Retorte 17. 232.
Rhodan 518.
Rhodanblei 515. 1052.
Rhodankalium 549. 515.
Rhodanwasserstoffsäure 514.
Rhodium, Rhodium 1361.
Rhodiumoxyd 1364.
Rhodiumoxyd-Kali, schwefelsaures 1362.
Rhodiumsesquichlorür 1367.
Rhodiumsesquioxydul 1363.
Rhodiumsesquioxyduloxyd 1365.
Rinmann'sches Grün 958.
Röstarbeit 1038.
Röststadeln 1174.
Röstung 323.
Röthel 779. 840.
Roheisen 842.
— graues 847.
— halbirtes 847.
— weißes 847.
Rohsalpeter 564.
Rohschwefel 77.
Rohstahl 856.
Roman-Cement 712.
Rose's leichtflüssiges Metall 1069.
Rosettenkupfer 1175.
Rothfeuer 578.
Rotheisenstein, dichter 840.
— faseriger 840.
Rothgültigerz, dunkles 1266.
— lichtes 1266.
Rothkupfererz 1172.
Rubin 761.
Rubinblende 1266.
Rückstand 49.
Ruß 201.
Ruthenium, Ruthenium 1368.
Rutheniumchlorid 1376.
Rutheniumchlorür 1375.
Rutheniumoxyd 1372.
— schwefelsaures 1374.
Rutheniumoxydul 1370.
Rutheniumsäure §. 1373.
Rutheniumsesquichlorür 1376.
Rutheniumsesquioxydul 1371.
Rutil 1026.

S.

Sättigen 51.
Sättigung 51.
Sättigungscapacität 300.
Sättigungsverhältniß 300.
Säure 7. 9.
Safflor 947.
Saigern 1002. 1176.
Saigerung d. Antimons 1179.
— — Kupfers 1076.
— — Wismuths 1066.
Saigerröhren 1079. 1066.
Saigerstücke 1176.
Salinen 598.
Salmiak 159. 462. 652.
Salmiakgeist 644.
Salmiakspiritus 644.
Salpeter 562.
Salpetererde 562.
Salpeterlauge 564.
Salpetermehl 564.
Salpeterplantagen 562.
Salpetersäure 277.
Salpetersäurehydrate 282.
Salpetersäure, rothe rauchende 302.
— wasserfreie 282.
— Reinigung derselben 283.
Salpetrige Säure 301.
Salpetersaure salpetrige Säure 302.
Salpetersalzsäure 481.
Salz 13.
— basisches 14.
— leicht lösliches 15.
— neutrales 14.
— saures 14.
— schwer lösliches 15.
— unlösliches 15.
Salzbildner 276.
Salzsäure 461.
Salzsoolen 598.
Sandkapelle 17.
Sandkohle 232.
Saphir 761.
Saturatio 51.
Sauerklee 425.
Sauerkleesalz 425.
Sauerkleesäure 423.
Sauerstoff 1.
Sauerstoffsalze 276.
Sauerstoffsäuren 276. 460.
Schablonen §. 850.
Schacht beim Hohofen 843.
Scharffeuerfarben 785.
Scheel'sches Grün 1131.
Scheibenglas 630.
Scheidewasser 289.
Scheidung durch die Quart 1299.
Scherbenkobalt 1109.
Schieferthon 779.
Schieferweiß 1055.
Schießbaumwolle 296.
Schießpulver 570.
Schießpulverfabrikation 572.
Schirbel 857.
Schlacke 842.
Schlackenbildung 842. 848.
Schlagloth 1186.
Schlangenrohr 49.
Schleifbank 631.
Schlich 1002.
Schlichstein 1037.
Schlicker 782.
Schmalte 633.
Schmalz 634.
Schmelzstahl 856.
Schmelztiegel, hessische 790.
— Ipser 790.
— Passauer 790.
Schmiedeeisen 851.
Schminkweiß 1074.
Schnellbleiche 148.
Schrifterz 1298.
Schrot 1040.
Schrotfabrikation 1040.
Schwaden, feuriger 219.
Schwarzblech 853.
Schwärze, Frankfurter 201.
Schwarzkupfer 1173.
Schwarzmanganerz 817.
Schwefel 9. 74.
— präcipitirter 94.
— sublimirter 78.
Schwefelaluminium 763.
Schwefelammon 650.
Schwefelantimon, dreifach 95. 1090.
— fünffach 1096.
Schwefelantimonhydrat 1092.
Schwefelarsen, einfach 1123.
Schwefelbarium 687.
Schwefelblausäure 514.
Schwefelblei 101. 1049.
Schwefelblumen 78.
Schwefelbor 759.
Schwefelcadmium 997.
Schwefelcalcium 714.
Schwefelchlorid, Schwefelchlorür 160.

Schwefelchrom §. 929.
Schwefelcyanwasserstoffsäure 514.
Schwefeleisen 79. 89. 102.
— doppelt 878.
— einfach 877.
Schwefelgold 1308.
Schwefeliridium 1351.
Schwefelkalium, einfaches 94. 535.
— fünffaches 536.
— wasserstoffschwefliges 539.
Schwefelkies 79. 878.
Schwefelkiesel 270.
Schwefelkobalt 952.
Schwefelkohlenstoff 245.
Schwefelkupfer 80. 100. 102.
— einfach 1201.
— zweifach 1202.
Schwefelkrystalle 80.
Schwefelleber 536.
Schwefelmagnesium 743.
Schwefelmangan 102. 351. 829.
Schwefelmilch 94.
Schwefelmolybdän 1158.
— zweifach 1164.
— dreifach 1164.
Schwefelnatrium 595.
Schwefelnatrium = Antimonsulfid 1097.
Schwefelnickel 970.
Schwefelniob 1032.
Schwefelosmium 1344.
Schwefelpalladium 1358.
Schwefelphosphor 135.
Schwefelplatin, einfach 1328.
— zweifach 1329.
Schwefelquecksilber, einfach 1234.
— zweifach 1235.
Schwefelquellen 107.
Schwefelrhodium 1366.
Schwefelruthen 1372. 1374.
Schwefelsäure 9. 322.
— Nordhäuser oder rauchende 324. 326.
— trockne wasserfreie 328.
Schwefelsäure, englische 325.
Schwefelsäurefabrikation 336.
Schwefelsäurehydrate 338.
Schwefelsäurekammern 336.
Schwefelschlamm 97.
Schwefelsilber 102. 259. 1282.
Schwefelspießglanz 95. 1090.
Schwefelstrontium 699.
Schwefeltantal 1032.
Schwefeltellur 1149.
Schwefeltitan §. 1029.
Schwefelungsstufen 92.
Schwefeluran 1140.
Schwefelwasserstoff 94.
Schwefelwasserstoffwasser 97.
Schwefelwasserstoff-Schwefelammonium 650.
— -Schwefelcalcium 715.
Schweflige Säure 9. 350.
— — liquide 353.
Schwefligsaures Wasser 350. 352.
Schwefelvanad 1169.
Schwefelwismuth 1073.
Schwefelwolfram 1157.
Schwefelzink 102. 986.
Schwefelzinn 100.
— einfach 1012.
— zweifach 1013.
Schweißen, schweißbar 851.
Schwerspath 691.
Seitenwände b. Hohofen 843.
Selen, Selenium 111.
Selenblei 111.
Selenige Säure 111. 371.
Selensäure 111. 370.
Selenwasserstoffsäure 111.
Semilor 1186.
Serpentin 742. 746. 752.
Sesquioxyd, Sesquioxydul 7.
Sicherheitslampe 219.
Sicherheitstrichter von Welter 233.
Siderallicht 23.
Silber 1266.
Silberamalgamation 1268. 1269.
Silberblick 1039.
Silberchlorid 1284.
Silberchlorür 1283.
Silberglätte 1042.
Silberglanz 1266. 1282.
Silberglaserz 1266.
Silberkupferglanz 1266.
Silberoxyd 1280.
— arsenigsaures 1129.
— chromsaures 1296.
— knallsaures 1295.
— kohlensaures 1290.
— salpetersaures 102. 1291.
— schwefelsaures 1288.
— übermangansaures 826.
— unterschwefligsaures 1289.
Silberoxydul 1279.
— citronsaures 1279.
Silberplattirung 1275.
Silberpulver 1273.
Silbersuperoxyd 1281.
Silicium 265.
Sinterkohle §. 232.
Smaragd 795.
Smirgel 761.
Smirgelpapier 761.
Soda 610.
Sodafabrikation 611.
Sodaofen 611.
Soolen 598.
Spatheisenstein 840.
Speckstein 742. 752.
Speißkobalt 946. 1109.
Sphärosiderit 840.
— thoniger 840.
Spiegeleisen 847.
Spiegelglas 631.
Spiegelmetall 1186.
Spießglanz 1079.
Spießglanzasche 1095.
Spießglanzbutter 1098.
Spießglanzleber 1094.
Spießglanzsafran 1095.
Spirituslampen, Anhang 4.
Spratzen des Silbers 1272.
Sprengeisen 630.
Sprengkohle, Anhang 5.
Spritzflasche 72.
Stabeisen 851.
Stahl 856.
— damascirter 863.
Stahlerz 1221.
Stahlfrischen 857.
Stahlofen 858.
Stahlstein 840.
Stahlwässer 913.
Stalagmiten 723.
Stalaktiten 723.
Stangenschwefel 77.
Stanniol 1005.
Status nascendi oder nascens 198.
Steine aus Thon 749.
— feuerfeste 790.
Steingut, Steinzeug 786.
Steinkohlengas 229.
Steinkohlentheer 232.
Steinsalz 598.
Stickstoff 63.
Stickoxydgas 305.
Stickoxydulgas 314.
Stickstoffkupfer 1203.
Stickstofftitan 1029.
Stickstoffquecksilber 1239.
Stöchiometrie 26.
Stoßhammer 852.
Streckheerd 630.
Streckofen 630.
Streckplatte 630.
Strontian 697.
— kohlensaurer 703.
— salpetersaurer 702.

Strontian, schwefelsaurer §. 701.
Strontium, Strontium 696.
Strontiumoxyd 697.
Strontiumsuperoxyd 698.
Stückgut 1186.
Subchlorür 140.
Sublimat 1243.
Sublimation 78.
Sublimiren 78.
Suboxyd 7.
Sudhaus 598.
Sulfid 92.
— arseniges 1124.
Sulfür 93.
Sulphur 74.
Sumpferz 840.
Sumpfgas 217.
Superchlorid 140.
Superoxyd 7.

T.

Talk 752.
Talkerde 742.
Tantal, Tantalum 1032.
Tantalchlorid 1032.
Tantalit 1032.
Tantalsäure 1032.
Tellur, Tellurium 1144.
Tellurblei 1144.
Tellurchlorid 1150.
Tellurchlorür 1150.
Tellurige Säure 1141.
Telluriges Sulfid 1149.
Telluroxyd 1146.
Tellursäure 1147.
Tellursilber 1144.
Tellurwasserstoff 1148.
Tellurwismuth 1144.
Temperofen 627.
Tenakel 7.
Terbinerde 807.
— schwefelsaure 807.
Terbium, Terbium 807.
Test 1270.
Tetrathionsäure 366.
Theercysterne 232.
Thon 758.
Thonarten, feuerfeste 779.
— kalkige 779.
— okrige 779.
— schmelzbare 779.
Thoneisenstein, brauner 840.
— gelber 840.
— rother 840.
Thonerde 758.
— kieselsaure 777.
— schwefelsaure 777.
Thonerdehydrat 758.
Thonerdesilicat §. 777.
Thonmaschine 787.
Thonmergel 779.
Thonmühle 787.
Thonpfeifen 787.
Thonsaure Salze 760.
Thonwaaren, feuerfeste 790.
— ordinäre 788.
Thor, Thorium 803.
Thorerde 804.
— kohlensaure 806.
— schwefelsaure 803. 806.
Thorerdehydrat 804.
Thorit 803.
Tinkal 621.
Titan, Titanium 1026.
Titanchlorid 1030.
Titaneisen 1026.
Titanfluorkalium 1031.
Titanfluorwasserstoffsäure 1031.
Titanoxyd 1028.
Titansäure 1027.
Titansäurehydrat 1027.
Titansesquichlorür 1030.
Titansulfid 1029.
Töpferofen 789.
Töpferscheibe 782.
Töpferthon 779.
Trachyt 777.
Träger, Anhang 7.
Treibheerd 1039.
Trichter, Anhang 7.
Trithionsäure 365.
Trommel 232.
Tropfstein 723.
Tümpelstein 843.
Tungstein 1151.

U.

Ueberchlorsäure 391.
Ueberchromsäure 928.
Ueberfangglas 633.
Uebermangansäure 928.
Ueberjodsäure 401.
Ultramarin 778.
Unterchlorsäure 397.
Unterchlorige Säure 399.
Unterphosphorige Säure 131. 387.
Unterschwefelsäure 363.
Unterschweflige Säure 364.
Uran, Uranium 1135.
Uranchlorür 1141.
Uranoxyd 1138.
— oxalsaures 1136. 1142.
— salpetersaures 1136. 1142.
Uranoxyd-Ammoniak, kohlensaures 1137.
Uranoxydhydrat §. 1138.
Uranoxydoxydul 1135. 1139.
Uranoxydul 1136. 1137.
— schwefelsaures 1142.
Uranpecherz 1135.
Uransaure Salze 1138.

V.

Vanad, Vanadium 1167.
Vanadchlorid 1170.
Vanadchlorür 1170.
Vanadoxyd 1168.
Vanadoxydul 1168.
Vanadsäure 1168.
Varecsoda 612.
Verbrennung 236.
Verglühen 783.
Vergoldung, galvan. 1304.
— kalte 1304.
— nasse 1304.
Verkohlung in Cylindern 201.
— in Haufen 201.
— in Meilern 201.
Versilberung, galvanische 1275.
— kalte 1275.
— nasse 1275.
Verplatinirung 1304.
Verwandtschaft, chemische 2.
— prädisponirende 32.
Verwittern 58.
Verzinken 983.
Verzinnen 1007.
— des Eisenblechs 854.
— des Kupfers 1180.
Vitriol 324.
Vitriolöl 324. 326.
Vorderbacken des Hohofens 843.
Vorderseite des Hohofens 843.
Vorheerd 843.
Vorlage 49.

W.

Wachsgefäße 774.
Wahlverwandtschaft, einf. 28.
— doppelte 104.
Walkererde 779.
Wallstein 843.
Wanne 627.
— pneumatische, Anhang 13.
Waschblau 346.
Waschflasche 145.
Wasser 49.
Wasserbad 130.
Wasserblei 1258.
Wasserglas 583.
Wasserkies 878.

Wassermörtel §. 712.
Wasserstoff 3. 28.
Wasserstoffsulfid 94.
Wasserstoffsuperoxyd 61.
Wasserstoffsupersulfid 108.
Weinöl 221.
Weinprobe von Hahnemann 105.
Weißblech 854.
Weißbleierz 1054.
Weißfeuer 578.
Weißspießglanzerz 1086.
Weißtellur 1298.
Werkblei 1039.
Wetter, schlagende 219.
Windleitung beim Hohofen 843.
Wismuth 1066.
Wismuthbutter 1074.
Wismuthchlorid 1074.
— basisches 1074.
Wismuthglanz 1073.
Wismuthoxyd 1071.
— kohlensaures 1077.
— salpetersaures 1075.
— schwefelsaures 1076.
Wismuthoxydhydrat 1071.
Wismuthoxydul 1070.
Wismuthsäure 1072.
Wolfram, Wolframium 1151.
Wolframchlorid 1156.
Wolframoxyd 1154.
— wolframsaures 1154.
Wolframsäure §. 1153.
Wolframsulfid 1155.
Wolframsulfuret 1155.
Woulf'sche Flasche 146.
Würfelalaun 770.

X.

Xanthan 519.
Xanthanwasserstoffsäure 519.

Y.

Yttererde 807.
— schwefelsaure 807.
Yttrium, Yttrium 807.

Z.

Zacken 852.
Zaffer 147.
Zaine 1277.
Ziegel 789.
Ziegelerz 1221.
Ziegelofen 789.
Zink, Zincum 976.
Zinkblende 986.
Zinkbutter 987.
Zinkchlorür 987.
Zinkoxyd 984.
— kieselsaures 991.
— kohlensaures 990.
— schwefelsaures 32. 989.
Zinkoxydhydrat §. 984.
Zinkschmelzofen 978. 979.
Zinkspath 976.
Zinkvitriol 989.
Zinkweiß 984.
Zinn 1001.
Zinnchlorid 1018.
Zinnchlorür 1014.
Zinngraupen 1001.
Zinnober 1235.
Zinnoxyd 1010.
— chromsaures 1024.
— schwefelsaures 1022.
Zinnoxydhydrat 1010.
Zinnoxydul 1009.
— salpetersaures 1023.
— schwefelsaures 1021.
Zinnoxydulhydrat 1009.
Zinnsäure 1010.
Zinnsalz 1014.
Zinnsolution 1020.
Zinnstein 1001.
Zinnsulfid 1013.
Zinnsulfuret 1012.
Zirkon, Zirconium 797. 806.
Zirkonerde 798.
— kieselsaure 800.
Zirkonerdehydrat 797.
Zirkoniumchlorid 799.
Zündhölzer 127.
Zündlichter 127.
Zündschwamm 127.
Zuschlag 842.

Caesium
Rubidium,